

Über das Erkennen fachlicher Widersprüche in internetbasierten Physiktexten und die Nutzung von Physik-Internetforen

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der
Philosophie (Dr. phil.)

der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg

vorgelegt von

Daniel Keck aus Alzenau

Ludwigsburg 2015

Erstgutachter:

Prof. Dr. Erich Starauschek, PH Ludwigsburg

Zweitgutachter:

Prof. Dr. Peter Gerjets, IWM Tübingen

Datum des Abschlusses der mündlichen Prüfung:

07. Juli 2015

Förderung

Daniel Keck war Mitglied des kooperativen Promotionskollegs ‚Effektive Lehr-Lernarrangements‘ der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg und der Universität Tübingen, das vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst des Landes Baden-Württemberg gefördert wurde. Die vorliegende Arbeit wurde außerdem von der Forschungsförderungsstelle der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg unterstützt.

Danksagung

Mein Dank gilt den insgesamt 488 Schülerinnen, Schülern und Studierenden, die an den empirischen Untersuchungen dieser Arbeit (einschließlich der Pilotstudien) teilgenommen haben. Ebenso bedanke ich mich bei allen Lehrerinnen und Lehrern, die mir die Durchführung meiner Untersuchungen ermöglicht haben.

Außerdem bedanke ich mich bei Herrn Prof. E. Staraschek (PH Ludwigsburg) und Frau Dr. Y. Kammerer (IWM Tübingen) für die gute und stets hilfreiche Betreuung während meiner Promotionszeit.

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort	7
2. Einleitung	9
3. Zielsetzung der Arbeit	14
4. Stand der Forschung	17
4.1 Zur Nutzung von Physik-Internetforen	17
4.2 Zum Erkennen von Widersprüchen in Texten	21
5. Forschungsfragen und Hypothesen	26
5.1 Zur Nutzung von Physik-Internetforen	26
5.2 Zum Erkennen von Widersprüchen in internetbasierten Physiktexten	26
6. Artikel	28
6.1 Wie und wozu nutzen Schülerinnen und Schüler Physik-Internetforen? – Zwei explorativ-deskriptive Studien in deutschen Physik-Internetforen	29
6.2 Reading Science Texts Online: Does Source Information Influence the Identification of Contradictions within Texts?	53
6.3 Lässt sich das Erkennen von Widersprüchen in internetbasierten Physiktexten fördern? – Ergebnisse einer Pilotstudie	70
7. Zusammenfassung der Ergebnisse	88
8. Diskussion	89
8.1 Diskussion der Ergebnisse	89

8.2 Grenzen der Untersuchungen	92
8.3 Ausblick.....	94
9. Literaturverzeichnis.....	97
10. Anhang	103
10.1 Auflistung der Instrumente und Materialien	103
10.2 Darstellung der Instrumente und Materialien.....	106
10.3 Statistische Werte der Instrumente	129
10.4 Darlegung des eigenen Anteils an der vorliegenden Arbeit.....	143
10.5 Lebenslauf.....	144

1. Vorwort

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit verschiedenen Fragestellungen, die sich aus physikdidaktischer Perspektive aus der Tatsache ergeben, dass das Internet von Jugendlichen nicht nur für die Lebensgestaltung allgemein, sondern auch für das Lernen im schulischen Kontext genutzt wird. Zum einen beschäftigt sich die Arbeit im Rahmen einer Vorstudie mit der Nutzung von Physik-Internetforen durch Schüler¹. Gleichzeitig untersucht die Vorstudie die Qualität fachlicher Aussagen in Physik-Internetforen. Dadurch soll exemplarisch das Ausmaß fehlerhafter Informationen in physikbezogenen Internetinhalten abgeschätzt werden. Da die Rezeption fehlerhafter Informationen zur Entstehung von Misskonzepten führen kann (Acar Sesen, 2010), beschäftigt sich die Arbeit zum anderen mit dem Erkennen widersprüchlicher Aussagen zu einem Sachverhalt als eine für Schüler realisierbare Möglichkeit, Fehler in Internetinhalten zu entdecken. Zwei Studien, die die zentralen Forschungsanliegen dieser Arbeit darstellen, wurden zum Erkennen fachlicher Widersprüche in internetbasierten Physiktexten durchgeführt.

Für die vorliegende Arbeit wurden somit im Zeitraum November 2011 bis November 2013 insgesamt drei empirische Studien durchgeführt. Diese Studien werden im weiteren Verlauf der Arbeit publikationsorientiert präsentiert. Das bedeutet: Jede der Untersuchungen wird in Form eines eigenständigen, zur Einreichung bei einer entsprechenden Fachzeitschrift geeigneten Artikels beschrieben.

Die vorliegende Arbeit gliedert sich dabei wie folgt: Kapitel 2 beschreibt in einer artikelübergreifenden Einleitung die Ausgangslage, die zur Entstehung der Arbeit führte, und weist auf daraus resultierenden Forschungsbedarf hin. Kapitel 3 leitet in einer ersten, allgemeinen Formulierung die Fragestellungen und damit die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit ab. In Kapitel 4 wird der für diese Fragestellungen relevante Stand der Forschung dargestellt. Dieser umfasst und vertieft die in den einzelnen Artikeln beschriebenen Forschungsstände. In Kapitel 5

¹ Bei Bezeichnungen wie Schüler, Nutzer etc. handelt es sich im weiteren Verlauf der Arbeit um generische Maskulina, d.h. gemeint sind stets Personen beiderlei Geschlechts.

werden die Fragestellungen zu empirisch untersuchbaren Forschungsfragen präzisiert. Wo sinnvoll und möglich werden Hypothesen zu den Forschungsfragen gebildet. Kapitel 6 enthält die Artikel über die einzelnen Studien. Kapitel 7 fasst die zentralen Ergebnisse der Untersuchungen zusammen. Kapitel 8 ergänzt deren Diskussionen in den Artikeln durch eine Interpretation der Ergebnisse hinsichtlich des in Kapitel 2 aufgezeigten, generellen Forschungsbedarfs. Zusätzlich ergänzt Kapitel 8 die Diskussion der Grenzen der Untersuchungen und benennt Forschungsbedarf, der aus der vorliegenden Arbeit resultiert.

2. Einleitung

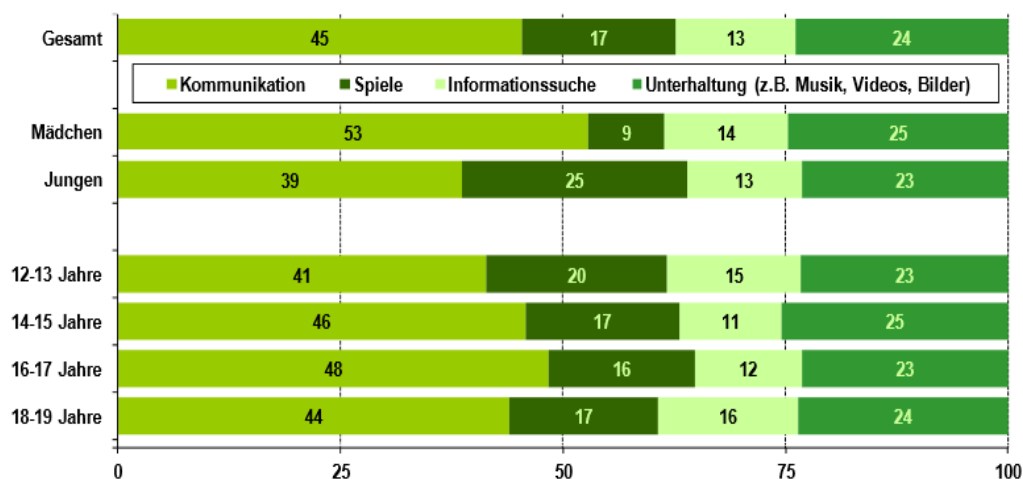
Am 24. Januar 2013 erkannte der deutsche Bundesgerichtshof dem klagenden Kunden eines Telekommunikationsunternehmens per Gerichtsurteil Schadensersatz für den mehrmonatigen Ausfall seines Internetanschlusses zu. Zur Begründung des Urteils wurde angeführt, dass „die Nutzbarkeit des Internets (...) seit längerer Zeit auch im privaten Bereich für die (...) Lebenshaltung typischerweise von zentraler Bedeutung ist. Das Internet stellt weltweit umfassende Informationen in Form von Text-, Bild-, Video- und Audiodateien zur Verfügung. Dabei werden thematisch nahezu alle Bereiche abgedeckt und verschiedenste qualitative Ansprüche befriedigt. So sind etwa Dateien mit leichter Unterhaltung ebenso abrufbar wie Informationen zu Alltagsfragen bis hin zu hochwissenschaftlichen Themen. Dabei ersetzt das Internet wegen der leichten Verfügbarkeit der Informationen immer mehr andere Medien, wie zum Beispiel Lexika, Zeitschriften oder Fernsehen. Darüber hinaus ermöglicht es den weltweiten Austausch zwischen seinen Nutzern, etwa über E-Mails, Foren, Blogs und soziale Netzwerke. Zudem wird es zunehmend zur Anbahnung und zum Abschluss von Verträgen, zur Abwicklung von Rechtsgeschäften und zur Erfüllung öffentlich-rechtlicher Pflichten genutzt. Der überwiegende Teil der Einwohner Deutschlands bedient sich täglich des Internets. Damit hat es sich zu einem die Lebensgestaltung eines Großteils der Bevölkerung entscheidend mitprägenden Medium entwickelt, dessen Ausfall sich signifikant im Alltag bemerkbar macht“ (Pressestelle des Bundesgerichtshofs, 2013). Das Urteil des Bundesgerichtshofs und dessen Begründung zeigen exemplarisch: Das Internet² ist als Informations- und Kommunikationsmedium in der heutigen Lebenswelt von zentraler Bedeutung.

Entsprechend spielt das Internet auch im Alltag und der Lebensgestaltung von Jugendlichen eine zentrale Rolle: Praktisch alle Jugendlichen (98%) nutzen das Internet zumindest gelegentlich (Hoyer, Huth & Spahr, 2011; Behrens & Rathgeb, 2013). Insgesamt verfügen vier Fünftel der Jugendlichen über einen eigenen

² Im technischen Sinn bezeichnet ‚Internet‘ ein weltweites Rechnernetzwerk, das die Übermittlung von Daten ermöglicht. In der vorliegenden Arbeit wird der Begriff ‚Internet‘ jedoch im umgangssprachlichen Sinne für die Menge aller Dienste – wie z.B. das World Wide Web oder E-Mail – verwendet, die dieses Rechnernetzwerk nutzen.

Computer bzw. Laptop, und die – nach Selbsteinschätzung der Jugendlichen – täglich online verbrachte Zeit beträgt durchschnittlich 179 Minuten (Behrens & Rathgeb, 2013). Die dominierenden Motive der Internetnutzung sind dabei ‚Kommunikation‘ (hierauf entfallen 45% der Online-Zeit) und ‚Unterhaltung‘ (25%); auf die Motive ‚Spiele‘ und ‚Informationssuche‘ entfallen 17% bzw. 13% der Online-Zeit (vgl. Abbildung 1).

Abbildung 1: Verteilung der Online-Zeit nach Nutzungsmotiven (Behrens & Rathgeb, 2013, S. 31)



Neben statischen Webseiten werden dabei auch Web 2.0-spezifische Anwendungen – also Anwendungen mit Partizipationsmöglichkeiten bei der Gestaltung der Inhalte – genutzt: Drei Viertel aller Jugendlichen nehmen aktiv an zumindest einem sozialen Netzwerk bzw. einer Online-Community teil (Hoyer et al., 2011; Behrens & Rathgeb, 2013). Videoportale und Wikipedia sind weitere stark verbreitete Web 2.0-Anwendungen (Schultz, 2010). Diese und andere Web 2.0-Dienste werden von den Jugendlichen überwiegend rezeptiv, von einem Teil der Jugendlichen jedoch auch aktiv genutzt, indem sie selbst an deren Gestaltung mitwirken: „Einmal pro Woche stellen 37% der Jugendlichen Inhalte online – sei es in Form von Einträgen in Newsgroups, Foren, Blogs, Podcasts, Tweets oder bei Wikipedia oder der Veröffentlichung von Fotos, Filmen oder Musikbeiträgen“ (Kutteroff & Behrens, 2010, S.34-35).

Das Internet wird von Jugendlichen zu Hause jedoch nicht nur zur Freizeitgestaltung, sondern auch für die Schule genutzt: 76% der Jugendlichen nutzen das Internet zumindest ab und zu für die Suche nach Informationen für die Schule (Hoyer et al., 2011). Knapp die Hälfte der Jugendlichen sucht mehrmals pro Woche im Internet nach Informationen für die Schule (Behrens & Rathgeb, 2013). 41% der Jugendlichen tauschen sich mehrmals pro Woche über das Internet mit Mitschülern über Hausaufgaben aus (Behrens & Rathgeb, 2013). Insgesamt verbringen Jugendliche im Durchschnitt 48 Minuten pro Wochentag aus schulbezogenen Gründen im Internet oder am Computer (Behrens & Rathgeb, 2013). Vergleichbares zeigt sich auch im angelsächsischen Sprachraum: In einer 2003 durchgeführten Befragung gaben 46% der (US-amerikanischen) Schüler an, das Internet für die Schule zu nutzen (DeBell & Chapman, 2006). Dieser Anteil ist in den letzten Jahren gestiegen. In einer 2013 ebenfalls in den Vereinigten Staaten von Amerika durchgeführten Studie gaben 62% der Schüler an, das Internet mindestens ein- bis zweimal pro Woche für die Schule zu nutzen (Ehrlich, Spörte & Sebring, 2013). Damit ist das Internet nicht nur für die Lebensgestaltung der Jugendlichen allgemein, sondern auch speziell für das Lernen im schulischen Kontext von Bedeutung.

Durch seine Bedeutung für das schulische Lernen rückt das Internet in den Fokus des fachdidaktischen Interesses. Speziell aus physikdidaktischer Perspektive ergibt sich ein umfassender Forschungsbedarf, der hier durch einige Fragen exemplarische aufgezeigt werden soll: Wird das Internet auch zum Physikkernen genutzt? Wie und in welchem Umfang wird es zum Physikkernen genutzt? Noch spezifischer: Welche Internetanwendungen werden wozu genau genutzt? Welche Rolle spielen dabei die spezifischen Anwendungen des Web 2.0?

Physikdidaktisches Interesse am Internet besteht jedoch nicht nur auf Grund des Nutzungsverhaltens von Jugendlichen, sondern auch auf Grund der in den nationalen Bildungsstandards als Kompetenzen³ formulierten Bildungsziele für das

³ „Kompetenzen sind nach Weinert die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen

Fach Physik (KMK, 2004). Als Bildungsziel im Kompetenzbereich ‚Kommunikation‘ – einer der vier Kompetenzbereiche mit denen die bis zum mittleren Schulabschluss zu erreichende physikalische Grundbildung beschrieben wird – ist festgelegt, dass die Schüler „Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen [können]“ (KMK, 2004, S. 7). Die Ausführungen zum Kompetenzbereich ‚Kommunikation‘ zeigen, dass hierunter auch die Fertigkeit verstanden wird, Informationsmedien angemessen zu nutzen (KMK, 2004). Auf Grund der zentralen Bedeutung des Internets als Informationsmedium in der heutigen Lebenswelt stellt die Fertigkeit, das Internet angemessen zu nutzen, somit einen wichtigen, den Schülern zu vermittelnden Aspekt der Kommunikationskompetenz dar.

Da es eine wesentliche Aufgabe der jeweiligen Fachdidaktik ist, zu untersuchen, wie die im Bildungsplan beschriebenen Kompetenzen spezifiziert und vermittelt werden können, ergibt sich aus dem obigen Sachverhalt physikdidaktischer Forschungsbedarf bezüglich der Fertigkeit, das Internet als Informationsmedium zu nutzen. Hierbei interessieren besonders diejenigen Teilfertigkeiten, die die Nutzung des Internets auf Grund seiner spezifischen Eigenheiten im Vergleich zu anderen Wissensmedien (wie z.B. Fachzeitschriften) erfordert. Eine spezifische Eigenheit des Internets ist mit der Tatsache verbunden, dass Publikationen im Internet nicht automatisch institutionell (z.B. durch Verlags- oder Zeitschriftenredaktionen) gefiltert werden und daher fehlerhafte Informationen enthalten können (Mason, Junyent & Tornatora, 2014; Walraven, Brand-Gruwel & Boshuizen, 2009). Für die Wissensdomäne Physik finden sich bisher lediglich beispielhaft Evidenzen für diese Behauptung (Priemer, 2004; Acar Sesen, 2010). Da die Rezeption fehlerhafter Informationen zur Entstehung von Misskonzepten führen kann (Acar Sesen, 2010), resultiert hieraus Forschungsbedarf, der wiederum anhand einiger Fragen exemplarisch aufgezeigt sei: Wie ist das Ausmaß fehlerhafter Informationen zu physikalischen Themen im Internet? Wie können fehlerhafte Informationen von Schülern erkannt werden? Welche Faktoren bedingen das Erkennen fehlerhafter

Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (KMK, 2004, S. 7).

Informationen? Wie lässt sich diese Teilfertigkeit der Kommunikationskompetenz im Physikunterricht vermitteln?

3. Zielsetzung der Arbeit

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sich für die Physikdidaktik hinsichtlich der Internetnutzung ein zweifacher Forschungsbedarf zeigt: Zum einen stellen sich Fragen zum Nutzungsverhalten der Jugendlichen (z.B.: Welche Internetanwendungen werden wozu genutzt?), zum anderen resultieren Fragen aus der Tatsache, dass das Internet teilweise fehlerhafte Informationen enthält (z.B.: Wie lässt sich das Erkennen fehlerhafter Informationen im Physikunterricht vermitteln?).

Das Anliegen einer einzelnen Forschungsarbeit wie der vorliegenden kann natürlich nicht in der vollständigen Beantwortung beider Fragenkomplexe bestehen. Einerseits sind die Fragenkomplexe dafür zu umfassend, andererseits sind die einzelnen Fragen zu unpräzise und zu wenig fokussiert formuliert, um sie empirischen Forschungsmethoden zugänglich zu machen. Die vorliegende Arbeit möchte stattdessen einen ersten Beitrag zur Beantwortung einzelner, ausgewählter Fragen leisten, die sich den beiden Fragekomplexen zuordnen lassen.

Zum einen widmet sich die vorliegende Arbeit daher – im Rahmen einer Vorstudie – der Untersuchung von Physik-Internetforen hinsichtlich der beiden folgenden Fragen: Wie nutzen Schüler Internetforen zu physikalischen Themen, die als typische Anwendungen des Web 2.0 gelten? Und: Von welcher Qualität sind die fachlichen Aussagen in Physik-Internetforen?

Web 2.0-spezifischen Anwendungen wird nämlich allgemein großes didaktisches Potenzial zugeschrieben: Die weitreichenden Partizipationsmöglichkeiten, der soziale Austausch und die gegenüber statischen Webseiten erhöhte Interaktivität sind hierfür häufig genannte Gründe (Zf. in Jadin & Zöserl, 2006). Da die konstruktivistische Sichtweise auf das Lernen methodisch eigenaktives, interaktives und kooperatives Lernen fordert (Duit, 1995), erscheinen Web 2.0-Anwendungen als vielversprechende und sinnvolle Instrumente zur Unterstützung von Lernprozessen (Girwidz, 2009).

Internetforen als Teil des Web 2.0-Angebots bieten zudem weitere, spezifische Vorteile: (1) In Internetforen können individuelle Fragen gestellt werden, für die es auf statischen Webseiten, aber auch in anderen Web 2.0-Anwendungen (wie etwa der Online-Enzyklopädie Wikipedia) keine Hilfe gibt. (2) Ein weiterer Vorteil

von Internetforen besteht in der asynchronen Kommunikation (Maurino, 2007). Durch diese haben Diskussionsteilnehmer die Möglichkeit, ihre Beiträge länger und fundierter zu überlegen und zu formulieren (Zf. in Kaur, 2011).

Auf Grund des großen didaktischen Potenzials gelten Internetforen daher „[as] a prime candidate for adopting the constructivism learning theory“ (Harman & Koohang, 2005, S. 71). Andresen (2009) weist jedoch darauf hin, dass der Wissensstand über Internetforen trotz einer zuletzt regen Forschungsaktivität immer noch relativ klein ist. Da in der physikdidaktischen Forschung generell wenig über den Einsatz des Internets bekannt ist (Priemer, 2004), ist damit insbesondere auch der Stand der Forschung zur Nutzung von Internetforen zu physikalischen Themen rudimentär. Die Untersuchung der erstgenannten der obigen Fragen soll daher helfen, diese relevante Forschungslücke zu schließen.

Des Weiteren soll durch die Untersuchung der Qualität der fachlichen Aussagen in Physik-Internetforen exemplarisch das Ausmaß fehlerhafter Informationen in physikbezogenen Internetinhalten abgeschätzt werden. Hierbei ist auf Grund der bereits erwähnten Forschungsergebnisse von Priemer (2004) und Acar Sesen (2010) davon auszugehen, dass sich auch in Physik-Internetforen fehlerhafte Informationen finden.

Da – wie bereits erwähnt – die Rezeption fehlerhafter Informationen zur Entstehung von Misskonzepten führen kann (Acar Sesen, 2010), widmet sich die vorliegende Arbeit weiterhin und zum anderen zwei Fragen zum Erkennen fachlicher Widersprüche in internetbasierten Physiktexten. Die Untersuchungen dieser Fragen stellen dabei das zentrale Forschungsanliegen dieser Arbeit dar.

Hierbei ist anzumerken, dass der eigentlich relevante Sachverhalt, nämlich das Erkennen fehlerhafter (anstatt widersprüchlicher) Informationen, im Allgemeinen vom Wissen des Internetnutzers abhängig ist. So ist z.B. die Aussage „Der Radius der Erde beträgt 2000 km“ nur dann als fehlerhaft zu erkennen, wenn man weiß, dass der korrekte Wert des Erdradius 6371 km beträgt. Schüler verfügen in der Regel nicht über das notwendige Wissen, da sie dieses erst erwerben. Enthält dieselbe oder eine andere verfügbare Quelle jedoch eine zur obigen Aussage widersprüchliche Aussage (z.B. „Der Radius des Mars beträgt 3390 km und damit ungefähr die Hälfte des Erdradius“), so könnte ein Schüler erkennen, dass sich die

beiden Aussagen widersprechen und daraus folgern, dass mindestens eine der Aussagen fehlerhaft ist. Eine für Schüler – aber auch für andere Personen mit lediglich geringem Vorwissen – realisierbare Möglichkeit, Fehler zu erkennen, besteht somit im Erkennen widersprüchlicher Informationen zu einem Sachverhalt, sei es innerhalb einer oder zwischen verschiedenen Quellen. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich daher mit dem Erkennen widersprüchlicher Informationen.

Frühere Untersuchungen zum Textverstehen zeigen jedoch, dass es Schülern – aber auch Erwachsenen (Zf. in Baker, 1989) – häufig nicht gelingt, Widersprüche in Texten zu erkennen (z.B. Baker, 1979; Winograd & Johnston, 1982; Grabe, Antes, Kahn & Kristjanson, 1991). Dies gilt insbesondere für naturwissenschaftliche Texte (Otero & Campanario, 1990). Aus physikdidaktischer Perspektive stellt sich daher folgende, erste Frage zum Erkennen fachlicher Widersprüche, der sich die vorliegende Arbeit widmet: Lässt sich das Erkennen fachlicher Widersprüche in internetbasierten Physiktexten im Rahmen des Physikunterrichts fördern?

Eine zweite Frage zum Erkennen fachlicher Widersprüche ergibt sich aus der Heterogenität der im Internet verfügbaren Informationsquellen zu physikalischen Themen. Z.B. finden sich im Internet sowohl Webseiten, die von öffentlichen Institutionen betrieben werden, als auch Webseiten, die aus kommerziellen Gründen oder von Privatpersonen betrieben werden. Die Expertise der Autoren im Internet unterscheidet sich ebenfalls zum Teil erheblich. So finden sich im Internet sowohl Texte von Laien (z.B. in Internetforen), als auch Texte von Experten (z.B. auf Universitätswebseiten). Diese Heterogenität bewirkt, dass man als Internetnutzer nicht auf allen Webseiten im gleichen Maß mit der Existenz fehlerhafter Informationen zu rechnen hat. Oder anders formuliert: „Äußere“ Faktoren der Webseite (wie z.B. Angaben über den Autor oder die Art der Webseite) beeinflussen die Erwartungen des Nutzers an die Qualität der Informationen. Belege hierfür finden sich bei Rieh (2002) und Winter, Krämer, Appel und Schielke (2010). Offen ist bisher die Frage, ob „äußere“ Faktoren von Webseiten – neben den Erwartungen an die Qualität – auch das Erkennen fachlicher Widersprüche in internetbasierten Physiktexten beeinflussen? Die vorliegende Arbeit widmet sich daher auch dieser Frage.

4. Stand der Forschung

Nachfolgend wird der Stand der Forschung für die in Kapitel 3 beschriebenen Fragestellungen präzisiert. Dabei enthält Kapitel 4.2 den Stand der Forschung zum Erkennen von Widersprüchen (als eine für Schüler realisierbare Möglichkeit, fehlerhafte Informationen in Internetinhalten zu entdecken). Kapitel 4.1 enthält den Stand der Forschung zu Physik-Internetforen, durch deren Untersuchung einerseits das Ausmaß fehlerhafter Informationen in physikbezogenen Internetinhalten exemplarisch abgeschätzt, sowie andererseits das Nutzungsverhalten der Schüler interpretativ rekonstruiert werden soll.

4.1 Zur Nutzung von Physik-Internetforen

Funktionsweise von Internetforen: Internetforen⁴ können als virtuelle, „schwarze Bretter“ angesehen werden (Girwidz, 2009). Teilnehmer können eigene Beiträge (sogenannte Postings) schreiben und Beiträge anderer Teilnehmer beantworten. Die Beiträge sind in der Regel auch für Außenstehende einsehbar. In manchen Foren ist zum Verfassen eigener Beiträge eine vorherige Registrierung mittels einer gültigen E-Mail-Adresse nötig, in anderen Foren lassen sich Beiträge auch als Gastnutzer ohne vorherige Registrierung verfassen. Dadurch ist die Kommunikationssituation in Internetforen – zumindest theoretisch – symmetrisch: Im Gegensatz zu einer unsymmetrischen Situation, bei der z.B. Laien Fragen stellen und Experten antworten, können hier alle Teilnehmer gleichberechtigt an der Kommunikation mitwirken.

Die Dialoge der Internetforen werden als Threads (oder Topics) bezeichnet. In Physik-Internetforen beginnen Threads in der Regel mit dem Posting einer physikbezogenen Frage. Internetforen sind dabei im Allgemeinen nach Themenbereichen in verschiedene Unterforen gegliedert. In Physik-Internetforen entspricht diese Aufteilung häufig den verschiedenen physikalisch-fachlichen Themenbereichen. Das bedeutet: Fragen zum Themengebiet Mechanik werden z.B.

⁴ Alternative engl. Bezeichnungen sind nach Harman und Koochang (2005) ‚Online forum‘, ‚message board‘, ‚discussion group‘ oder ‚discussion forum‘.

in einem anderen Bereich des Forums gestellt und diskutiert als Fragen zum Themengebiet Astronomie.

Die nachfolgende Kommunikation unter den Teilnehmern verläuft zeitlich asynchron. In seltenen Fällen wird explizit durch die Forenbetreiber darauf hingewiesen, dass es das Ziel der Kommunikation ist, der Person, die Fragen stellt, „Hilfe zur Selbsthilfe“ in Form von Lösungshinweisen zu geben (vgl. Abbildung 2). Komplettlösungen sind folglich nicht das Ziel der Kommunikation. Stattdessen soll der fragenden Person zur selbsttätigen Lösung ihres Problems verholfen werden. Dieses Ziel steht im Einklang mit dem konstruktivistischen Paradigma.

Abbildung 2: Ziele und Prinzip des Physik-Internetforums Physikerboard (www.physikerboard.de, 2011)

<p>Ziel der Seite</p> <p>Das Physikerboard setzt sich seit 2004 für gleiche Bildungschancen ein. Die Plattform liefert Schülern, Studenten und Interessierten Hilfe zur Selbsthilfe bei physikalischen Fragestellungen. Fragen können kostenlos und ohne jegliche Registrierung im Forum gestellt werden. Die vielen ehrenamtlichen Moderatoren und Freiwilligen der Gemeinschaft helfen rund um die Uhr und sorgen dafür, dass kaum eine Frage unbeantwortet bleibt. Dafür gebührt ihnen an dieser Stelle ein besonderer Dank!</p> <p>Prinzip „Physik online verstehen“</p> <p>Das Physikerboard gibt „Hilfe zur Selbsthilfe“. Diese besteht aus Tipps und Hinweisen, so dass die Fragesteller den Stoff verstehen und die Aufgaben selbst bewältigen können. Komplettlösungen sind in aller Regel nicht sinnvoll und werden daher bewusst nicht angeboten.</p>
--

Der Stand der Forschung zu Physik-Internetforen ist dünn. Es fehlt an elementarem Wissen zu den Kommunikationsinhalten der Foren. So ist bisher z.B. nicht bekannt, welche Arten von Fragen in den Foren in welchem Umfang gestellt werden. Auch über die Diskussionen selbst ist wenig bekannt. Dabei interessiert auch, in welchem Ausmaß das oben angesprochene Prinzip „Hilfe zur Selbsthilfe“ eingehalten wird. Zur exemplarischen Abschätzung des Ausmaßes fehlerhafter Informationen in physikbezogenen Internetinhalten stellt sich außerdem die Frage, welche physikalische Qualität die Antwortbeiträge aufweisen. Die Tatsache, dass sich unter den Autoren der Antwortbeiträge in der Regel auch Laien befinden, ist hierbei von Vorteil, da sie eine Abschätzung des Ausmaßes „nach oben“ ermöglicht.

Internetinhalte, die von Experten verfasst wurden, sollten in geringerem Ausmaß fehlerhafte Informationen enthalten.

Verbreitung der Internetnutzung beim Physiklernen: Damit die Untersuchung spezieller Internetanwendungen hinsichtlich ihrer Nutzung beim Physiklernen sinnvoll ist, ist zunächst zu zeigen, dass das Internet im Allgemeinen zum Physiklernen genutzt wird. Schröter und Erb (2006) konnten 2005 in einer Fragebogenstudie (Bundesland: Baden-Württemberg, Klasse 8 und 9, alle Schularten, N = 488) zeigen, dass etwa 12% der Schüler der Sekundarstufe I das Internet mindestens einmal im Monat außerhalb der Schule zum Physiklernen nutzen. Dieser Anteil ist in den letzten Jahren gestiegen: Nach Crossley und Starauschek (2013) sind es heutzutage etwa 25% der Schüler (Fragebogenstudie, Bundesland: Baden-Württemberg, Klasse 9, alle Schularten, N = 1063). Dabei scheinen Internetforen nur eine kleine Rolle zu spielen. Crossley und Starauschek (2013) schätzen den Anteil an Schülern, die Internetforen zum Physiklernen nutzen, mit 5% ab. Dabei überwiegen themenunspezifische Internetforen – insbesondere Gutefrage –, in denen neben anderen Themen auch physikalische Inhalte zur Diskussion stehen. Auch wenn Schüler Physik-Internetforen nur in geringem Umfang nutzen, so scheint eine Untersuchung des Nutzungsverhaltens im Rahmen einer Vorstudie aus zwei Gründen dennoch sinnvoll: Zum einen ist nicht abzusehen, wie sich der Anteil an Schülern, die Physik-Internetforen nutzen, in Zukunft verändert. Zum anderen können die Ergebnisse der Untersuchung als erste orientierende Hinweise dienen, wie Internetanwendungen, die auf gleichen oder ähnlichen Funktionsweisen basieren (z.B. themenunabhängige Internetforen oder Social Media), beim Physiklernen genutzt werden.

Motive der Internetnutzung beim Physiklernen: Aus welchen Motiven und in welchen schulischen „Kontexten“ nutzen Schüler das Internet beim Physiklernen? Die Befragung von Crossley und Starauschek (2013) bestätigt die Daten von Schröter und Erb (2006). Die Informationssuche steht im Vordergrund. Dabei ist die Bezeichnung Informationssuche noch allgemein. Beim Physiklernen suchen Schüler im Internet insbesondere nach der Definition physikalischer Begriffe, bereiten Klassenarbeiten vor und erstellen Referate. Zusätzlich nennen Schröter und Erb (2006) den Bereich ‚Erledigung von Hausaufgaben‘. Ein sehr kleiner Anteil der

Schüler (ungefähr jede/r Vierzigste) nutzt das Internet außerdem aus generellem, unterrichtsunabhängigen Interesse an Physik, um z.B. nach aktuellen Forschungsergebnissen, Bauanleitungen oder Experimenten zu suchen (Schröter & Erb, 2006). Insgesamt ergibt sich hieraus das folgende evidenzbasierte, heuristisch-phänomenologische Kategoriensystem, um die Motive der Internetnutzung zu klassifizieren: (1) ‚Suche nach physikalischen Begriffen‘, (2) ‚Bearbeitung von Hausaufgaben‘, (3) ‚Vorbereitung von Referaten‘, (4) ‚Vorbereitung von Klassenarbeiten‘, und (5) ‚generelles Interesse an physikalischen Themen‘. Keine empirischen Befunde liegen bisher bezüglich der Frage vor, ob diese Motive auch für die Nutzung von Physik-Internetforen von Bedeutung sind.

Strategien der Internetnutzung beim Physiklernen: Die Informationssuche erweist sich als dominierendes Motiv bei der Nutzung des Internets zum Physiklernen. Wie gehen Jugendliche dabei vor? Und welche Schlüsse lassen diese – im weitesten Sinne – Strategien auf die Nutzung von Physik-Internetforen zu? Internationale, domänenunspezifische Studien zeigen, dass Studierenden Informationen, welche sie z.B. für Aufgaben oder Studienprojekte benötigen, mit Hilfe von Suchmaschinen wie Google oder Yahoo ausfindig macht (Zsf. in Acar Sesen, 2010). Weitere, häufig von Studierenden verwendete Webseiten sind Online-Enzyklopädien wie z.B. Wikipedia: In einer Befragung von österreichischen Studierenden (N = 770) zeigen Jadin & Zöserl (2006), dass etwa die Hälfte der Studierenden wöchentlich Artikel in Wikis lesen. Dieses Rechercheverhalten zeigt sich auch bei deutschen Jugendlichen: Um nach Informationen zu suchen, benutzen 79% der Jugendlichen mindestens einmal pro Woche Google oder ähnliche Webseiten (Kutteroff & Behrens, 2010). 38% der Jugendlichen besuchen zudem Wikipedia für die Informationsrecherche (Kutteroff & Behrens, 2010). Crossley und Staraschek (2013) zeigen, dass Wikipedia und Google auch die ersten Webseiten sind, auf denen Schüler nach physikalischen Inhalten suchen.

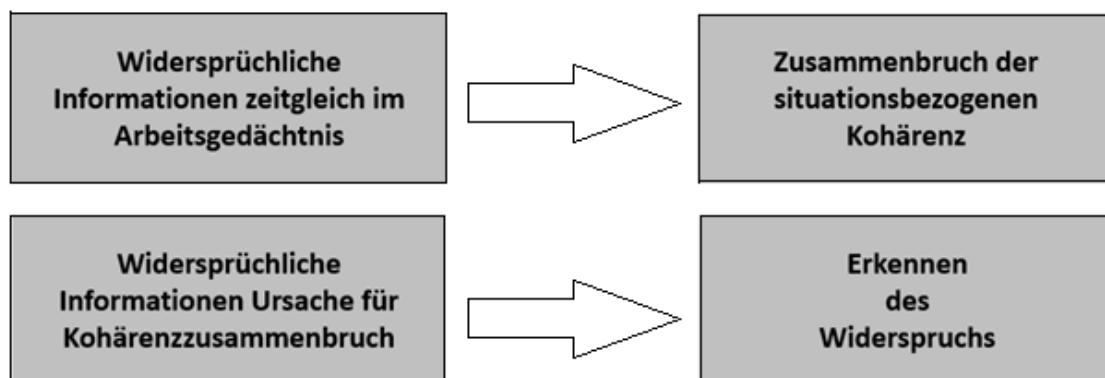
Auf den ersten Blick ist keine direkte Verbindung zu Physik-Internetforen zu erkennen. Die technischen Rahmenbedingungen der Internetforen lassen theoretisch zwei Strategien oder „Basisnutzungsmöglichkeiten“ zu: (1) ‚Informationssuche‘: Um Informationen zu beziehen, können Teilnehmer vorhandene Beiträge lesen oder eigene Fragen posten. (2) ‚Informationsdarbietung‘: Teilnehmer können Fragen

anderer Nutzer beantworten. Evidenzbasierte Kenntnisse über Nutzungsprofile, Nutzermerkmale oder eine Nutzertypologie liegen nicht vor.

4.2 Zum Erkennen von Widersprüchen in Texten

Theoretisches Modell des Erkennens von Widersprüchen: Wie in Kapitel 3 ausgeführt, stellt das Erkennen widersprüchlicher Informationen eine für Schüler realisierbare Möglichkeit dar, Fehler in Internetinhalten zu entdecken. Wie funktioniert dabei das Erkennen eines Widerspruchs? Gemäß dem Construction-Integration Modell (Kintsch, 1998), einer etablierten Theorie des Textverstehens, erfordert das Erkennen eines Widerspruchs in einem Text die zeitgleiche Aktivierung (Koaktivierung) der beiden widersprüchlichen Aussagen im Arbeitsgedächtnis sowie die Erstellung einer ‚negativen‘ bzw. ‚inhibitorischen‘ Verbindung zwischen diesen (Otero & Kintsch, 1992; Stadtler, Scharrer, Brummernhenrich & Bromme, 2013). Für den Leser bedeutet dies ein zweischrittiges Verfahren (vgl. Abbildung 3): Zunächst muss er basierend auf der Koaktivierung der widersprüchlichen Aussagen im Arbeitsgedächtnis einen Zusammenbruch der situationsbezogenen Kohärenz (oder in anderen Worten: ein Verständnisproblem beim Lesen) wahrnehmen. Anschließend muss er die objektive Widersprüchlichkeit der Aussagen als Ursache des Kohärenzzusammenbruchs ausmachen. Erst damit ist der textinterne Widerspruch erkannt, und der Leser in der Lage, diesen explizit zu benennen oder anderweitig zu identifizieren.

Abbildung 3: Zweischrittiger Prozess zum Erkennen eines Widerspruchs



Das Erkennen von Widersprüchen kann folglich an zwei Stellen scheitern: (1) Werden die widersprüchlichen Aussagen nicht zeitgleich aktiviert, so bricht die situationsbezogene Kohärenz nicht zusammen. Dies geschieht zum Beispiel beim unaufmerksamen Lesen. (2) Es kommt zu einem Kohärenzzusammenbruch, dieser wird jedoch nicht der objektiven Widersprüchlichkeit der Aussagen zugeordnet, sondern stattdessen ignoriert oder durch unzulässige Erklärungsstrategien „repariert“ (Otero & Campanario, 1990) – z.B. mit der falschen Annahme, dass eine der widersprüchlichen Aussagen nur in Spezialfällen gültig ist. Derartiges Verhalten ist konsistent mit Befunden, die zeigen, dass insbesondere Laien und Jugendliche dazu neigen, Verständnisprobleme beim Lesen eher intern als extern zu attribuieren (Zf. in Baker, 1989).

Einflussfaktoren des Erkennens von Widersprüchen: Frühere Forschungsarbeiten zeigen, dass die personenbezogenen Variablen Lesekompetenz (Winograd & Johnston, 1982; August, Flavell & Clift, 1984), Alter (Baker, 1979; Grabe, Antes, Kahn & Kristjanson, 1991) und themenspezifisches Vorwissen (Stadtler et al., 2013) das Erkennen von Widersprüchen in Texten positiv beeinflussen. Weiterhin ist bekannt, dass verschiedene Textcharakteristika das Erkennen von Widersprüchen beeinflussen: Widersprüche werden z.B. leichter erkannt, wenn sich die widersprüchlichen Aussagen im gleichen Textabschnitt, anstatt in verschiedenen Textabschnitten befinden, da eine geringe räumliche Distanz der widersprüchlichen Aussagen deren Koaktivierung im Arbeitsgedächtnis begünstigt (Zf. in Baker, 1989).

Testinstruktionen oder „kontextuelle“ Faktoren, die bestimmte Erwartungen bezüglich der Widersprüchlichkeit des Texts erzeugen, beeinflussen ebenfalls das Erkennen von Widersprüchen. So zeigen verschiedene Studien, dass ein Vorabinformieren der Untersuchungsteilnehmer während der Testinstruktion über ein mögliches Vorhandensein von Widersprüchen im Text deren Erkennen unterstützt (Zf. in Garcia-Arista, Campanario & Otero, 1996). Dies lässt sich im Rahmen des theoretischen Modells zum Erkennen von Widersprüchen deuten: Erwarten Leser die Existenz von Widersprüchen, so sollte es ihnen leichter gelingen, etwaige Verständnisprobleme beim Lesen extern zu attribuieren, also einer objektiven

Widersprüchlichkeit des Texts zuzuordnen. Stadtler et al. (2013) zeigen außerdem, dass Widersprüche in internetbasierten Texten über medizinische Themen leichter erkannt werden, wenn die Texte vermeintlich von verschiedenen Autoren und Webseiten, statt von demselben Autor und derselben Webseite stammen. Eine plausible Erklärung bietet die Annahme, dass ein Leser bei unterschiedlichen Autoren und Webseiten eher bereit ist zu glauben, dass sich diese widersprechen, und damit auch eher bereit ist, einen Zusammenbruch der situationsbezogenen Kohärenz der Existenz eines objektiven Widerspruchs zuzuschreiben. Insgesamt zeigt sich so, dass die instruktionale oder „kontextuelle“ Darbietung eines hinreichenden Grundes für die Existenz eines Widerspruchs das Erkennen von Widersprüchen begünstigt. Als Folge ist anzunehmen, dass bei der Rezeption internetbasierter Physiktexte Widersprüche, die aus fehlerhaften Informationen resultieren, leichter erkannt werden, wenn der Text aus einer Quelle stammt, die eine niedrige Qualität des Texts induziert und damit einen plausiblen Grund für die Existenz von Fehlern und Widersprüchen bietet.

Nach Stadtler et al. (2013) sollten Widersprüche in Texten jedoch auch dann leichter erkannt werden, wenn der Text aus einer Quelle stammt, die eine hohe Qualität des Texts induziert. Erwartet der Leser nämlich einen qualitativ hochwertigen Text, so sollte er motiviert sein, den Text vollständig zu verstehen, und ihn daher aufmerksam und konzentriert lesen (Stadtler et al., 2013). Dies sollte das Erkennen von Widersprüchen begünstigen. Im Einklang damit zeigen Garcia-Arista et al. (1996), dass Schüler fachliche Widersprüche in Physik- und Chemietexten leichter erkennen, wenn diese aus einem wissenschaftlichen Lehrbuch (Quelle mit hoher Qualitätserwartung) stammen, als wenn diese aus einer Zeitung (Quelle mit moderater bzw. uneindeutiger Qualitätserwartung) stammen. Als Folge ist anzunehmen, dass bei der Rezeption internetbasierter Physiktexte Widersprüche leichter erkannt werden, wenn der Text aus einer Quelle stammt, die eine hohe Qualität des Texts induziert und damit den Leser motiviert, den Text aufmerksam zu lesen.

Neben dem eigentlichen Text enthalten Webseiten im Internet üblicherweise auch Angaben über die Art der Webseite (z.B.: Welche Institution betreibt die Seite?) und über den Autor des Texts (z.B.: Welche Expertise hat der Autor?). Wie bereits

erwähnt, zeigen Untersuchungen zur Bestimmung von Kriterien, nach denen Internetuser Webinhalte bei Online-Recherchen bewerten, dass derartige Angaben als Indikatoren für die Qualität des Texts wahrgenommen werden (Rieh, 2002; Winter et al., 2010). Gemäß den obigen Ausführungen über die Beeinflussung des Erkennens von Widersprüchen durch Erwartungen an die Qualität des Texts ergibt sich hieraus die Frage: Beeinflussen Angaben über den Autor und die Art der Webseite – als Indikatoren für die Qualität des Texts – das Erkennen fachlicher Widersprüche in internetbasierten Physiktexten? Plausibel erscheint die Vermutung, dass sowohl in Texten aus Quellen, die eine hohe Qualität induzieren, als auch in Texten aus Quellen, die eine niedrige Qualität induzieren, mehr Widersprüche erkannt werden, als in Texten aus Quellen, die eine uneindeutige Qualität induzieren, da letztere den Leser weder motivieren den Text besonders aufmerksam zu lesen, noch ihm einen hinreichenden Grund für die Existenz von Widersprüchen liefern. Empirische Evidenz zu dieser Vermutung liegt bisher nicht vor.

Förderung des Erkennens fachlicher Widersprüche: Eine Möglichkeit, das Erkennen von Widersprüchen in internetbasierten Physiktexten zu fördern, besteht nach dem bisher dargelegten Stand der Forschung in der Steigerung des physikalischen (Vor-)Wissens bzw. der Lesekompetenz. Diese Einflussvariablen bringen jedoch in der Regel umfangreiche und aufwändige Interventionen mit sich. Es stellt sich daher die Frage nach kurzen, schwachen Interventionen, die sich leichter im Physikunterricht implementieren lassen. Eine vielversprechende Möglichkeit in dieser Hinsicht nennen Stadtler et al. (2013, S.146): „One way (...) could be to alert learners to the existence of flawed information provisions on the Internet. Potential interventions could accomplish a higher sensitivity towards conflicting information by educating readers about the uncontrolled publication principle of the Internet and the corresponding presence of non-expert authors“. Eine derartige unterrichtsbezogene Intervention über die Qualität von Informationen im Internet könnte das Erkennen von Widersprüchen auf zweifache Weise fördern: Zum einen wird auf der Metaebene gezeigt, dass Texte im Internet Fehler enthalten können, die sich über Widersprüche erkennen lassen. Dies sollte eine externe Attribuierung etwaiger Zusammenbrüche der situationsbezogenen Kohärenz beim Lesen internetbasierter Texte begünstigen. Verständnisproblemen sollten nach einer

Reflexion möglicher Widersprüche also eher ursächlich dem Text zugeordnet werden. Zum anderen wird auf die Notwendigkeit hingewiesen, internetbasierte Texte aufmerksam und kritisch zu lesen. Dies sollte das Erkennen von Widersprüchen zusätzlich begünstigen.

Nach unseren Recherchen wurde eine derartige unterrichtsbezogene Interventionsmaßnahme bisher nicht erprobt. Zwar finden sich neben umfangreichen Trainings zur Informationssuche und Informationsbewertung im Internet, die den kompletten Prozess einer Webrecherche von der Definition eines Informationsproblems bis zur Lösung des Problems adressieren (z.B. Walraven, Brand-Gruwel & Boshuizen, 2013) und sich oftmals über ein ganzes Schuljahr erstrecken, in letzter Zeit auch einige Kurzinterventionen, die spezifisch die Quellenbewertung beim Lesen von Web-Dokumenten adressieren (z.B. Braasch, Bråten, Strømsø, Anmarkrud & Ferguson 2013). Diese Interventionsstudien haben jedoch nicht das Erkennen von Widersprüchen getestet. Damit liegen noch keine empirischen Evidenzen über die Wirksamkeit unterrichtsbezogener Interventionsmaßnahmen in Bezug auf das Erkennen fachlicher Widersprüche vor, weder in der Domäne Physik noch in anderen Domänen.

5. Forschungsfragen und Hypothesen

5.1 Zur Nutzung von Physik-Internetforen

Wie und wozu nutzen Schüler Internetforen zu physikalischen Themen? Von welcher Qualität sind die fachlichen Aussagen in Physik-Internetforen? Diese teilweise noch allgemeinen Fragen können nun präzisiert werden. Aus dem Stand der Forschung ergeben sich dabei sowohl Forschungsfragen zu den Kommunikationsinhalten der Foren, als auch Forschungsfragen zum Nutzungsverhalten der Schüler.

Forschungsfragen zu den Kommunikationsinhalten von Physik-Internetforen:

(1) Welche Arten von Fragen werden in Physik-Internetforen in welchem Ausmaß gestellt? (2) Von welcher fachlichen Qualität sind die Beiträge in Physik-Internetforen? (3) Wird in Physik-Internetforen das Prinzip „Hilfe zur Selbsthilfe“ eingehalten?

Forschungsfragen zum Nutzungsverhalten der Schüler: (4) Welche Strategien verwenden Schüler bei der Nutzung von Physik-Internetforen? (5) Mit welchen Motiven nutzen Schüler Physik-Internetforen?

Die zweite Forschungsfrage dient dabei der bereits erwähnten Abschätzung des Ausmaßes fehlerhafter Informationen in physikbezogenen Internetinhalten. Die weiteren Forschungsfragen sollen eine interpretative Rekonstruktion des Nutzungsverhaltens der Schüler ermöglichen. Dadurch wird ein Beitrag zum generellen Forschungsbedarf bzgl. der Nutzung des Internets zum Physiklernen geleistet (vgl. Kapitel 2).

5.2 Zum Erkennen von Widersprüchen in internetbasierten Physiktexten

Beeinflussen „äußere“ Faktoren von Webseiten das Erkennen fachlicher Widersprüche? Basierend auf dem in Kapitel 4.2 dargelegten Stand der Forschung kann diese noch allgemeine Frage nun präzisiert werden: Beeinflussen Angaben über den Autor und die Art der Webseite – als Indikatoren für die Qualität des Texts – die Erkennensleistung von Schülern für fachliche Widersprüche in internetbasierten

Physiktexten? Als (Alternativ-)Hypothese ist zu vermuten, dass sowohl Angaben, die eine hohe Qualität des Texts induzieren, als auch Angaben, die eine niedrige Qualität des Texts induzieren, zu einer höheren Erkennensleistung führen, als Angaben, die eine uneindeutige Qualität des Texts induzieren.

Lässt sich das Erkennen fachlicher Widersprüche im Rahmen des Physikunterrichts fördern? Basierend auf dem in Kapitel 4.2 dargelegten Stand der Forschung kann auch diese noch allgemeine Frage nun präzisiert werden: Kann das Erkennen fachlicher Widersprüche in internetbasierten Physiktexten durch eine schwache Intervention – eine Unterrichtsstunde über die Qualität physikbezogener Informationen im Internet – gefördert werden? Als (Alternativ-)Hypothese ist zu vermuten, dass die Schüler der Treatmentgruppe nach der Intervention eine höherer Erkennensleistung für Widersprüche in internetbasierten Physiktexten zeigen, als die Schüler einer Kontrollgruppe ohne Intervention.

Die Untersuchung der beiden Forschungsfragen soll helfen, Erkenntnisse über das Erkennen widersprüchlicher Informationen als eine Möglichkeit des Entdeckens von Fehlern in physikbezogenen Internetinhalten zu erlangen.

6. Artikel

Die folgenden Kapitel enthalten die drei Artikel, die im Zeitraum November 2011 bis November 2013 durchgeführten empirischen Untersuchungen beschreiben. Die Reihenfolge der Artikel entspricht dabei der zeitlichen Reihenfolge der Studien.

Der erste Artikel beschreibt die Studie zur Nutzung von Physik-Internetforen. Er enthält 5482 Wörter (ohne Titel, Abstract, Literaturverzeichnis und Anhang) und 7 Tabellen. Der zweite Artikel beschreibt die Studie zur Abhängigkeit des Erkennens von Widersprüchen von Angaben über den Autor und die Art der Webseite. Er enthält 5571 Wörter (ohne Titel, Abstract, Anhang und Literaturverzeichnis) und 4 Tabellen. Der dritte Artikel beschreibt die Studie zur Förderung des Erkennens von Widersprüchen. Er enthält 4686 Wörter (ohne Titel, Abstract, Anhang und Literaturverzeichnis), 3 Tabellen und 1 Abbildungen.

Die Nummerierung der Kapitel, der Tabellen und der Abbildungen beginnt für jeden Artikel neu. Etwaige Anhänge, auf die im Artikel verwiesen wird, finden sich direkt in Anschluss an den jeweiligen Artikel.

6.1 Wie und wozu nutzen Schülerinnen und Schüler Physik-Internetforen? – Zwei explorativ-deskriptive Studien in deutschen Physik-Internetforen

Autoren: D. Keck & E. Starauschek

Abstract

Das Internet ist für Schülerinnen und Schüler zu einem festen Bestandteil des Lernens und auch des Physiklernens geworden. Neben „statischen“ Webseiten finden sich inzwischen auch Diskussionsforen zu physikalischen Themen, die als typische Applikationen des Web 2.0 gelten. Über die Nutzung derartiger Internetforen durch Schülerinnen und Schüler liegen jedoch kaum Kenntnisse vor. Eine explorative Feldstudie untersucht daher von Schülerinnen und Schülern frequentierte Physik-Internetforen mit einfachen Mitteln. Dialoge aus den Foren werden kategorial analysiert. Eine ebenfalls explorative Onlineumfrage unter den registrierten Forennutzern ergänzt die qualitative Studie. Die Ergebnisse der kategorialen Analyse zeigen, dass die Beiträge in Physik-Internetforen fachlich überwiegend richtig sind und dass Physik-Internetforen keine Komplettlösungen, sondern „Hilfe zur Selbsthilfe“ in Form von Lösungshinweisen anbieten. Mit den Ergebnissen der Onlineumfrage lassen sich die Schülerinnen und Schüler, die Physik-Internetforen verwenden, in zwei Nutzertypen einteilen: In pragmatische Wenignutzer, die Hilfe bei den Hausaufgaben suchen, und in physikinteressierte Vielnutzer, die Hilfen geben.

1. Einleitung

Dem Internet und insbesondere den Web 2.0-spezifischen Anwendungen wird großes didaktisches Potenzial zugeschrieben. Der einfache Zugriff auf Informationen und die Möglichkeit z.B. per Email mit Menschen weltweit zu kommunizieren sind hierfür häufig genannte Gründe (z.B. Priemer, 2004; Wiesner, Schecker & Hopf, 2009). Bei Web 2.0-Anwendungen wird zusätzlich auf die weitreichenden

Partizipationsmöglichkeiten, den sozialen Austausch und die erhöhte Interaktivität hingewiesen (Zf. in Jadin & Zöserl, 2006). Methodisch eigenaktives, interaktives und kooperatives Lernen lässt sich aus einer konstruktivistischen Sichtweise auf das Lernen ableiten (Duit, 1995). Web 2.0-Anwendungen erscheinen daher als vielversprechende und sinnvolle Instrumente zur Unterstützung von Lernprozessen (Girwidz, 2009).

Diskussionsforen als Teil des Web 2.0-Angebots bieten zudem weitere spezifische, das Lernen unterstützende Vorteile: (1) In Diskussionsforen können Fragen zu individuellen Verständnisproblemen gestellt werden, für die es auf statischen Webseiten, aber auch in anderen Web 2.0-Anwendungen (wie etwa der Online-Enzyklopädie Wikipedia) keine oder keine erkennbare Hilfe gibt. Andere Nutzer können diese Fragen beantworten und dadurch den Lernprozess unterstützen. (2) Ein weiterer Vorteil von Diskussionsforen besteht in der asynchronen Kommunikation (Maurino, 2007). Durch diese haben Diskussionsteilnehmer die Möglichkeit, ihre Beiträge länger und fundierter zu überlegen und zu formulieren. Dies sollte der „Qualität“ der Diskussionen zuträglich sein (Zf. in Kaur, 2011).

Auf Grund des großen didaktischen Potenzials von Diskussionsforen kommen Harman und Koohang (2005, 71) daher zu der Schlussfolgerung: „A discussion board (...) is a prime candidate for adopting the constructivism learning theory.“ Dementsprechend waren Diskussionsforen in den letzten Jahren häufig Gegenstand von Untersuchungen auf dem Gebiet des Fernunterrichts (Maurino, 2007). Andresen (2009) weist jedoch darauf hin, dass der Wissensstand über Diskussionsforen trotz dieser zuletzt regen Forschungsaktivität immer noch relativ klein ist. Hinzu kommt, dass sich die bisherige Forschung überwiegend mit der Evaluation von Diskussionsforen beschäftigt hat, die speziell zur Begleitung von Lehrveranstaltungen im tertiären Bildungsbereich erstellt und folglich nur den jeweiligen Veranstaltungsteilnehmern zugänglich waren (siehe Kortemeyer (2006) als Beispiel). Der Forschungsstand zur Nutzung von frei im Internet zugänglichen Diskussionsforen scheint daher zurzeit noch in den Anfängen zu stecken. Da in der physikdidaktischen Forschung generell wenig über den Einsatz des Internets zum Physikkernen bekannt ist (Priemer, 2004), ist damit insbesondere auch der Stand der

Forschung zur Nutzung von Diskussionsforen rudimentär. Gleichzeitig stellen Diskussionsforen eine prototypische und etablierte sachbezogene Kommunikation im Internet dar, die auch hinsichtlich der neueren sogenannten Social Media Relevanz besitzt. Der vorliegende Artikel soll daher – und dies möchten wir auch in Hinsicht auf den empirischen Gehalt unserer Untersuchung betonen – erste explorative Beiträge zur Entwicklung eines entsprechenden Forschungsstands liefern.

2. Stand der Forschung

2.1 Physik-Internetforen

Internetforen sind in ihrer Funktionsweise mit „schwarzen Brettern“ vergleichbar (Girwidz, 2009): Teilnehmer können schriftlich eigene Beiträge (Postings) veröffentlichen und andere Beiträge beantworten oder kommentieren. Die Beiträge sind in der Regel auch für Außenstehende einsehbar. In manchen Foren ist zum Verfassen eigener Beiträge eine vorherige Anmeldung nötig. Es gibt jedoch auch Foren, in denen hierfür keine Registrierung nötig ist. Die Dialoge der Internetforen werden als Threads bezeichnet. In Physik-Internetforen beginnen Threads in der Regel mit dem Posting einer physikbezogenen Frage. Internetforen sind dabei im Allgemeinen nach Themenbereichen in verschiedene Unterforen gegliedert. In Physik-Internetforen entspricht diese Aufteilung häufig den verschiedenen physikalisch-fachlichen Themenbereichen. Die nachfolgende Kommunikation unter den Teilnehmern verläuft zeitlich asynchron. In seltenen Fällen wird explizit durch die Forenbetreiber darauf hingewiesen, dass es das Ziel der Kommunikation ist, der Person, die Fragen stellt, „Hilfe zur Selbsthilfe“ in Form von Lösungshinweisen zu geben. Komplettlösungen sind nicht das Ziel der Kommunikation. Stattdessen soll der fragenden Person zur selbsttätigen Lösung ihres Problems verholfen werden. Dieses Ziel steht im Einklang mit dem konstruktivistischen Paradigma.

Der Stand der Forschung zu Physik-Internetforen ist dünn. Es fehlt an elementarem Wissen zu den Kommunikationsinhalten der Foren. So ist bisher z.B. nicht bekannt, welche Arten von Fragen in den Foren in welchem Umfang gestellt werden. Auch über die Diskussionen selbst ist wenig bekannt. Dabei interessiert auch, in welchem Ausmaß das oben angesprochene Prinzip „Hilfe zur Selbsthilfe“ eingehalten wird. Da fehlerhafte physikalische Informationen potentiell zur

Entstehung von Misskonzepten führen können (Acar Sesen, 2010), stellt sich außerdem die Frage, welche physikalische Qualität die Antwortbeiträge aufweisen.

2.2 Internetnutzung beim Physiklernen

Verbreitung der Internetnutzung beim Physiklernen: Schröter und Erb (2006, 110) konnten 2005 in einer Fragebogenstudie zeigen, dass etwa 12% der Schüler der Sekundarstufe I das Internet mindestens einmal im Monat außerhalb der Schule zum Physiklernen nutzen. Dieser Anteil ist in den letzten Jahren gestiegen: Nach Crossley und Starauschek (2013) sind es heutzutage etwa 25% der Schüler. Dabei scheinen Internetforen nur eine kleine Rolle zu spielen. Crossley und Starauschek (2013) schätzen den Anteil an Schülern, die Internetforen zum Physiklernen nutzen, mit 5% ab. Dabei überwiegen themenunspezifische Internetforen – insbesondere Gutefrage –, in denen neben anderen Themen auch physikalische Inhalte zur Diskussion stehen. Physikspezifische Internetforen (z.B. Physikerboard) werden nicht genannt.

Motive der Internetnutzung beim Physiklernen: Die Befragung von Crossley und Starauschek (2013) bestätigt die Daten von Schröter und Erb (2006): Die Informationssuche steht im Vordergrund. Dabei ist die Bezeichnung Informationssuche noch allgemein. Beim Physiklernen suchen Schüler im Internet insbesondere nach der Definition physikalischer Begriffe, bereiten Klassenarbeiten vor und erstellen Referate. Zusätzlich nennen Schröter und Erb (2006, 112) den Bereich „Erledigung von Hausaufgaben“. Ein sehr kleiner Anteil der Schüler (ungefähr jede/r Vierzigste) nutzt das Internet außerdem aus generellem, unterrichtsunabhängigen Interesse an Physik, um z.B. nach aktuellen Forschungsergebnissen, Bauanleitungen oder Experimenten zu suchen (Schröter & Erb, 2006, 114). Insgesamt ergibt sich hieraus das folgende evidenzbasierte, heuristisch-phänomenologische Kategoriensystem, um die Motive der Internetnutzung zu klassifizieren: (1) Suche nach physikalischen Begriffen, (2) Bearbeitung von Hausaufgaben, (3) Vorbereitung von Referaten, (4) Vorbereitung von Klassenarbeiten, und (5) generelles Interesse an physikalischen Themen.

Strategien der Internetnutzung beim Physiklernen: Die Informationssuche erweist sich als dominierendes Motiv bei der Nutzung des Internets zum Physiklernen. Wie gehen Schüler dabei vor? Und welche Schlüsse lassen diese – im

weitesten Sinne – Strategien auf die Nutzung von Physik-Internetforen zu? Um nach Informationen zu suchen, benutzen 79% der Jugendlichen mindestens einmal pro Woche Google oder ähnliche Webseiten (Kutteroff & Behrens, 2010, 31). 38% der Jugendlichen besuchen zudem Wikipedia für die Informationsrecherche (Kutteroff & Behrens, 2010, 31). Crossley und Starauschek (2013) zeigen, dass Wikipedia und Google auch die ersten Webseiten sind, auf denen Schüler nach physikalischen Inhalten suchen.

Auf den ersten Blick ist keine direkte Verbindung zu Physik-Internetforen zu erkennen. Die technischen Rahmenbedingungen der Internetforen (vgl. 2.1) lassen theoretisch zwei Strategien oder „Basisnutzungsmöglichkeiten“ zu: (1) Informationssuche: Um Informationen zu beziehen, können Teilnehmer vorhandene Beiträge lesen oder eigene Fragen posten. (2) Informationsdarbietung: Teilnehmer können Fragen anderer Nutzer beantworten. Kenntnisse über Nutzungsprofile, Nutzermerkmale oder eine Nutzertypologie liegen nicht vor.

3. Forschungsfragen

Nach dem dargelegten Stand der Forschung fehlt es an elementarem Wissen über die Nutzung von Foren beim Physiklernen. Zwei unterschiedliche Fragekomplexe ergeben sich aus dem Stand der Forschung: (1) zu den Kommunikationsinhalten der Foren und (2) zum Nutzungsverhalten der Schüler.

Forschungsfragen zu den Kommunikationsinhalten von Physik-Internetforen:

(FF1) Welche Arten von Fragen werden in Physik-Internetforen in welchem Ausmaß gestellt? (FF2) Von welcher fachlichen Qualität sind die Beiträge in Physik-Internetforen? (FF3) Wird in Physik-Internetforen das Prinzip „Hilfe zur Selbsthilfe“ eingehalten?

Forschungsfragen zum Nutzungsverhalten von Schülern: (FF4) Welche Strategien verwenden Schüler bei der Nutzung von Physik-Internetforen? (FF5) Mit welchen Motiven nutzen Schüler Physik-Internetforen?

4. Methoden und Ergebnisse der Teilstudien

Vorbemerkung: Zur Untersuchung der Forschungsfragen wurden zunächst in einer Internetrecherche von Schülern frequentierte Physik-Internetforen identifiziert. In diesen Foren wurden anschließend zwei Teilstudien durchgeführt: Eine qualitative Textanalyse von Beiträgen aus den Physik-Internetforen (Fragenkomplex 1) und eine Onlinebefragung von Schülern, die diese Physik-Internetforen als registrierte Nutzer besuchen (Fragenkomplex 2). Auf diese Weise kann mit ersten deskriptiven Daten interpretativ ein erstes Bild der Nutzung von Physik-Internetforen erstellt werden. Da die Stichprobe der Onlineumfrage keine kontrolliert gezogene Zufallsstichprobe darstellt (vgl. 4.3), haben die Ergebnisse der Onlineumfrage den Status evidenzbasierter Hypothesen.

4.1 Auswahl physikspezifischer Internetforen

Nach dem aktuellen Forschungsstand ist nicht bekannt, welche Physik-Internetforen von Schülern genutzt werden. Die Auswahl der Physik-Internetforen wurde daher nach folgender heuristischer ad-hoc Methode durchgeführt: Mittels einer Internetrecherche wurden im November 2011 deutschsprachige Physik-Internetforen identifiziert, die (auch) von Schülern genutzt werden.⁵ Die Internetsuchmaschine Google und der Suchbegriff „Physikforum“ lieferten eine Ergebnisliste. Die ersten fünf physikspezifischen Internetforen, in denen auf die Schule bezogene Fragen der Physik diskutiert werden, grenzten das Datenmaterial und die Stichprobe für die qualitative Analyse ein. Suchergebnisse, wie z.B. das Internetforum Uni-Protokolle, die sich ausschließlich an Studierende richten, wurden nicht ausgewertet. Bei der zweiten Teilstudie (Onlineumfrage) wurden die Probanden aus einer leicht veränderten Auswahl von Physik-Internetforen rekrutiert, da die Betreiber eines Forums die Umfrage nicht gestatteten. Dieses Forum wurde daher durch das sechste Suchergebnis/Physik-Internetforum ersetzt. Um den Arbeitsaufwand einzuschränken, wurden jeweils nur fünf Foren untersucht. Eine Liste der Forenauswahl findet sich in Anhang A.

⁵ Physik-Internetforen werden i.A. auch von anderen Nutzergruppen (z.B. von Studierenden) frequentiert.

4.2 Teilstudie 1: Qualitative Textanalyse

Die erste Teilstudie (Fragenkomplex 1) analysiert Dialoge aus Physik-Internetforen mittels eines Verfahrens, das an die Methode der qualitativen Inhaltsanalyse von Mayring (Starauschek, 2001; Mayring, 2007) angelehnt ist.

Materialauswahl, Methode und Kategoriensysteme: Das Material der Inhaltsanalyse besteht aus jeweils zehn zufällig ausgewählten Dialogen zum Thema Mechanik aus den fünf vorher bestimmten Internetforen. Diese 50 Dialoge umfassen 64 Fragebeiträge und 80 Antwortbeiträge. Die Wahl fiel auf Mechanik, da es gemessen an der Anzahl verfasster Beiträge das mestdiskutierte Thema ist. Zwei Bedingungen schränkten die Auswahl der Dialoge ein: Sie sollten entweder von Personen initiiert sein, die als Schüler zu identifizieren waren (z.B. über ihr Nutzerprofil), oder zumindest das Thema Mechanik auf Schulniveau behandeln. Letzteres wurde mittels einer Expertenbegutachtung durch einen Physiklehrer überprüft.

Die Dialoge der Materialstichprobe zur schulischen Physik sind überwiegend kurz, d.h. häufig bestehen sie nur aus einem Frageposting und ein bis zwei Antwortbeiträgen. Lediglich 24% der Threads enthalten mehr als einen Fragebeitrag. Meistens handelt es sich dabei um kurze Rückfragen zu den erhaltenen Antworten. Ausführliche Diskussionen über physikalische Themen finden sich in der Materialstichprobe selten. Die Antwort auf die geposteten Fragen erfolgt zeitnah. In den ersten drei Stunden nach dem Posting erhalten 59% der Frager eine Antwort. 88% der Fragen werden innerhalb von 24 Stunden beantwortet.

Zur Bestimmung der Arten von Fragen, die „typischerweise“ in Physik-Internetforen gestellt werden (FF1), wurde induktiv ein Kategoriensystem entwickelt: Die Hälfte des Materials (50%) wurde anhand von Ankerbeispielen sortiert und zu Kategorien zusammengefasst. Nach Überprüfung der Interraterreliabilitäten erfolgte die vollständige Kategorisierung. Da in manchen Fragebeiträgen mehrere Fragen gleichzeitig auftreten, kommt es hierbei in geringem Umfang zu Doppelkodierungen. Das bedeutet: Fragebeiträge, die zwei unterschiedliche Fragen enthielten, werden als zwei Postings angesehen und daher zweimal kodiert. Die Fragepostings der Materialstichprobe ließen sich vollständig in vier Kategorien einteilen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Kategoriensystem der Fragen in Physik-Internetforen

Art der Frage	
Bezeichnung und Beschreibung der Kategorie	Ankerbeispiele
„Frage zu mathematisch- orientierten Aufgaben (Rechenaufgaben)“: Fragen, bei denen es erkennbar um das Lösen einer Aufgabe geht, die die Verwendung von physikalischen Formeln oder mathematischen Operationen erfordert.	„Wie lange dauert es, bis das Haar eines Menschen um einen Zentimeter gewachsen ist? Die Wachstumsgeschwindigkeit beträgt $v = 3 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$.“
„Frage zu anderen Aufgaben“: Fragen, bei denen es erkennbar um das Lösen einer Aufgabe geht, die keine Rechenaufgabe darstellt. Diese Kategorie umfasst z.B. Aufgaben, in deren Rahmen man etwas erklären, aufzählen oder zeichnen soll.	„Hallo, ich bin der 8. Klasse und brauche antworten auf ganz viele Fragen zum Thema Kraft. Also fangen wir mal an: (...) Nenne verschiedene Arten von Kräften und passende Beispiele, wo sie erkennbar werden.“
„Frage zu Begriffsdefinition“: Fragen, bei denen nach der Definition eines unbekannten Begriffs gefragt ist.	„Kann mir jemand erklären, was Vektor, Strecke und geradlinig gleichförmige Bewegung in der Physik bedeuten?“
„Verständnisfrage“: Fragen, mit denen das (bessere) prinzipielle Verständnis eines physikalischen Sachverhaltes erreicht werden soll.	„Wir besprechen momentan das dritte Newtonsche Axiom. Das heißt ja, dass eine Kraft immer eine Gegenkraft besitzt und diese beiden Kräfte gleichen sich aus. Ist das korrekt?“

Die Einschätzung der physikalisch-fachlichen Qualität in Physik-Internetforen (FF2) erfolgte mit einem normativ-erfahrungsbasierten Kategoriensystem: Die Beurteilungs- und Korrekturrichtlinien für die Abiturprüfung „Physik“ in Baden-Württemberg (Ministerium für Kultus Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2011) liefern eine einfache und praktikable Einteilung von Fehlern und damit ein Kategoriensystem: (1) Fehler auf Grund eines fehlenden Physikverständnisses, (2) Fehler durch falsche oder fehlende Maßeinheiten und (3) mathematische Fehler im Rahmen physikalischer Rechnungen. Die Antwortbeiträge wurden also hinsichtlich der Kategorien (1) Physikverständnis, (2) physikalische Einheiten und (3) Formeln/Rechnungen dichotom in „falsch“ und „richtig“ kategorisiert.

Um zu beurteilen, ob in den Physik-Internetforen das Prinzip „Hilfe zur Selbsthilfe“ eingehalten wird (FF3), wurden die Antwortbeiträge in zwei dichotome Kategorien sortiert: (1) Komplettlösung und (2) Lösungshinweise oder andere Aufforderungen zur Selbsttätigkeit.

Bemerkungen: (1) Die Kodiereinheit der Analyse ist ein Post, d.h. eine Frage oder eine Antwort. Da das Rating Expertenwissen voraussetzt – z.B. bei der Einschätzung der fachlichen Richtigkeit –, ist dieser Einteilungsgrad angemessen. (2) Da die Kategorisierung der Beiträge teilweise nur unter Berücksichtigung der übrigen Beiträge des Threads vorgenommen werden konnte (so ist z.B. die Beurteilung, ob ein Antwortbeitrag eine Komplettlösung darstellt, nur bei Kenntnis der gestellten Frage möglich), bildet der gesamte Dialog die Kontexteinheit. (3) Die Kategorisierung zur Untersuchung der Richtigkeit der physikalischen Einheiten erfolgte anhand einzelner fehlerhaft verwendeter Buchstaben und Zahlen. Die Kodiereinheit hier ist der Buchstabe, der Kontext die physikalische Größe oder die Rechnung. (4) Zum Rating mittels der Kategoriensysteme ist eine bestimmte Expertise notwendig. Beide Rater haben Physik auf Lehramt studiert und ihr Studium abgeschlossen. Es ist eine offene Frage, ob sich die Kategoriensysteme in allen Kategorien soweit operationalisieren lassen, dass ein geringerer Expertisegrad ausreicht. (5) Als Maß für die Interraterreliabilität wurde für jedes Analysemerkmal (Art der Frage, Einheitengebrauch, Rechnungen und Formeln, Physikverständnis und Aufforderung zur Selbsttätigkeit) Cohens κ bestimmt. Zwei unabhängige Rater kodierten dazu 40% des Textmaterials. Der zweite Rater wurde zuvor mit Beispielen trainiert. Die erhaltenen Werte ($0,63 < \kappa < 0,95$) gelten als Indikatoren für gute bis sehr gute Übereinstimmungen (Wirtz & Casper, 2002). Damit liegen zwar etwas grobe, jedoch effiziente Kategoriensysteme vor.

Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse: (1) Mit Hilfe des ersten Kategoriensystems kann die erste Forschungsfrage nach „typischen“ Fragen in Physik-Internetforen beantwortet werden. In den meisten Fragepostings (80%)⁶ wird nach Hilfe bei der Bearbeitung von mathematisch orientierten Aufgaben gesucht. Etwa jeder fünfte Fragebeitrag (19%) ist eine Verständnisfrage zur Klärung eines

⁶ Prozentangaben bezogen auf die Anzahl der Fragebeiträge.

physikalischen Sachverhaltes. Fragen zu unbekannten Begriffen finden sich in ungefähr jedem fünfzehnten Beitrag (6%). Ähnliches gilt für Fragen zu nicht mathematisch orientierten Aufgaben (5%).

(2) Mit dem zweiten Kategoriensystem kann die fachliche Qualität der Beiträge in Physik-Internetforen eingeschätzt und Forschungsfrage 2 beantwortet werden (Tabelle 2). Da nicht alle Antwortbeiträge kategorisiert wurden (z.B. enthalten manche Beiträge keine physikalischen Formeln oder Rechnungen), ist die Anzahl N der jeweils kategorisierten Antwortbeiträge angegeben.

Tabelle 2: Prozentuale Verteilung der Antwortbeiträge

Variable	N	Richtig	Falsch
Einheitengebrauch	29	83%	17%
Rechnungen und Formeln	47	81%	19%
Physikverständnis	70	73%	27%

(3) Wird in Physik-Internetforen das Prinzip „Hilfe zur Selbsthilfe“ eingehalten (FF3)? Obwohl lediglich in einem der fünf untersuchten Foren explizit durch die Forenbetreiber auf dieses Prinzip hingewiesen wird (vgl. Anhang A), zeigt die Kategorisierung, dass 65% der Beiträge eine Aufforderung zu Selbsttätigkeit beinhalten. Im Allgemeinen sind diese Aufforderungen von indirekter Natur, d.h. es werden keine Komplettlösungen, sondern Lösungshinweise angeboten.

4.3 Teilstudie 2: Onlinebefragung von Nutzern von Physik-Internetforen

Mit der zweiten Teilstudie wurden personenbezogene Nutzerdaten mit Hilfe einer Onlinebefragung erhoben, um erste deskriptive Daten über diese Population zu erhalten und erste evidenzbasierte Hypothesen über das Nutzungsverhalten zu generieren.

Methode, Instrumente und Stichprobe: Die Onlineumfrage fand in den in 4.1 beschriebenen Physik-Internetforen statt. Die Rekrutierung der Probanden erfolgte auf zwei Wegen: Die Forenbetreiber verwiesen im Bereich der Ankündigungen und

wichtigen Themen auf die Verlinkung zu einer Onlineversion des Fragebogens. Zum anderen wurden ca. 150 Schüler der Sekundarstufe I, die in den Foren angemeldet waren, persönlich angemailt und gebeten, an der Befragung teilzunehmen. Die Auswahl der Schüler erfolgte zufällig. Die Schüler wurden hierfür anhand der Mitgliederliste des Forums ausgewählt. Bei Foren ohne einsehbare Mitgliederliste erfolgte die Rekrutierung über die Teilnahme an Threads. In ebenfalls zufällig ausgewählten Dialogen wurden diejenigen Dialogteilnehmer, die über ihr Nutzerprofil als Schüler zu identifizieren waren, zur Beantwortung der Onlineumfrage eingeladen.

Instrumente und erhobene Variablen: (1a) Basisangaben zur Person: Alter, Geschlecht, Klassenstufe und Schulart. (1b) Zusätzliche Personenvariablen: Die letzte Zeugnisnote im Schulfach Physik, physikspezifisches Selbstkonzept (Helmke, 1992; 6 Items), fachspezifisches Interesse (Fuß, 2006; 3 Items) und physikbezogene intrinsische Motivation (Fuß, 2006; 6 Items). Alle Variablen wurden mit vierstufigen Likert-Skalen (0 bis 3) gemessen. Die Reliabilitäten der verwendeten Messinstrumente waren gut (alle Cronbach $\alpha > 0,8$).

(2) Nutzungsstrategien: Vierstufige Likert-Skala („nie“ = 0 bis „oft“ = 3) mit folgenden Items (vgl. Tabelle 3):

Tabelle 3: Items zur Erfassung der Nutzungsstrategie

Wie benutzt Du das Physikforum?	
Item	Nutzungsstrategie
Ich lese Einträge, die mich interessieren.	Informationssuche
Ich poste/ stelle eigene Fragen.	
Ich beantworte Fragen, die andere gestellt haben.	Informationsdarbietung

(4) Nutzungsmotive: Die Items in Tabelle 4 sollen gemäß des Forschungsstandes erfassen, mit welchen Motiven die Schüler Physik-Internetforen nutzen (vierstufige Likert-Skala „nie“ = 0 bis „oft“ = 3). Um den Fragebogen kurz zu halten und damit die Akzeptanz zu erhöhen, wurde an dieser Stelle auf Skalen

verzichtet. Dieses Vorgehen scheint uns in Anbetracht des rudimentären Forschungsstands für eine erste explorative Studie angemessen.

Tabelle 4: Items zur Erfassung der Nutzungsmotive

Wozu benutzt Du das Physikforum?	
Item	Nutzungsmotiv
Ich suche Hilfe beim Bearbeiten meiner Hausaufgaben.	Bearbeitung von Hausaufgaben
Ich suche Hilfe bei der Vorbereitung auf Klassenarbeiten.	Vorbereitung von Klassenarbeiten
Ich suche nach Ideen und Anregungen für Physik-Referate.	Vorbereitung von Referaten
Ich suche Hilfe beim Verstehen unbekannter physikalischer Begriffe.	Suche nach physikalischen Begriffen
Ich suche nach physikalischen Informationen, da ich mich generell für Physik interessiere.	Generelles Interesse an physikalischen Themen

Die Angaben zu den zusätzlichen Personenvariablen waren im Rahmen der Onlineumfrage optional. Die Schüler hatten damit die Möglichkeit, den Fragebogen ohne die Angabe der zusätzlichen Personenvariablen auszufüllen. In diesem Fall liegen nur die Basisangaben zur Person sowie die Angaben zur Nutzungsstrategie und den Nutzungsmotiven vor. Diese Option sollte verhindern, dass die Schüler den Fragebogen auf Grund einer zu langen Bearbeitungszeit vorzeitig abbrechen.

Die Durchführung der Onlineumfrage gestaltete sich ausgesprochen schwierig: Insgesamt nahmen 111 Personen an der Umfrage teil. Davon konnten 56 Teilnehmer nicht berücksichtigt werden, da sie entweder die Umfrage ohne Angabe von Daten abbrachen oder zum Zeitpunkt der Erhebung keine Schule besuchten. Dies entspricht einer Drop-Out-Quote von 51%. Insgesamt nahmen 55 Schüler an der Onlineumfrage teil. Die optionalen Fragen zur Erfassung der zusätzlichen Personenvariablen wurden lediglich von 22 Umfrageteilnehmern beantwortet. Der Anteil unvollständig ausgefüllter Fragebögen liegt somit bei 60%.

Bemerkungen: (1) Es ist angesichts des hohen Drop-Outs offen, ob die Stichprobe durch Selektionseffekte verzerrt ist oder Schüler repräsentiert, die Physik-Internetforen nutzen. (2) Die Stichprobe besteht überwiegend aus Schülern, die in den Foren registriert sind. Ob deren Nutzungsverhalten auch für das Nutzungsverhalten von Schülern repräsentativ ist, die die Foren ohne Anmeldung nutzen, ist offen. In der vorsichtigen Interpretation sind die Ergebnisse der Onlinebefragung daher nicht belastbar. Daher bewerten wir unsere Ergebnisse und Interpretationen als evidenzbasierte Hypothesen. (3) Die Stichprobengröße ist für detaillierte Untersuchungen von Teilstichproben nicht ausreichend.

Ergebnisse der Onlineumfrage:⁷ (1) Stichprobe: Die Stichprobe der Onlineumfrage umfasst $N = 55$ Schüler (71% Jungen, 29% Mädchen). Das Durchschnittsalter der Probanden betrug 15,9 Jahre (SD 1,8 Jahre). Eine Aufteilung nach Schularten ergibt folgende Verteilung: 71% der Probanden besuchten zum Zeitpunkt der Onlineumfrage ein Gymnasium, 20% eine Realschule, 6% eine Gesamtschule und 2% eine Hauptschule.

(2) Nutzung, Strategie und Nutzertypen: Die Auswertung der Items zur Nutzungsstrategie zeigt, dass das Item zum „Fragen posten“ gegenüber den Items zum „Einträge lesen“ und „Fragen beantworten“ numerisch die größte Zustimmung in der Gesamtstichprobe erfährt. Die Post-hoc-Einzelvergleiche (t-Tests mit Bonferroni-Korrektur, $N = 55$) der Itempaare zeigen signifikante Differenzen (Tabelle 5).

Tabelle 5: Post-hoc-Einzelvergleiche der Items der Nutzungsstrategie

Vergleich der Items	M ^a	Mittlere Differenz	p
Einträge lesen Fragen posten	1,27 1,42	-0,15	1,000

⁷ Anhang B zeigt die deskriptiven Daten (Mittelwerte und Standardabweichungen) aller erhobenen Variablen.

Einträge lesen Fragen beantworten	1,27 0,91	0,36	,009**
Fragen posten Fragen beantworten	1,42 0,91	0,51	,000***
^a Mittelwerte auf einer Skala von 0 bis 3.			

Für die Gesamtstichprobe weisen beide Items zur Erfassung der informationssuchenden Nutzung („Einträge lesen“ und „Fragen posten“) einen signifikant höheren Wert auf als das Item zur Erfassung der informationsdarbietenden Nutzung („Fragen beantworten“). Ein statistisch bedeutsamer Unterschied zwischen „Einträge lesen“ und „Fragen posten“ ist nicht vorhanden. Damit ist erstens eine Unterteilung in informationssuchende und -darbietende Nutzer mit Hilfe der Items sinnvoll und zweitens kann Forschungsfrage 4 beantwortet werden: Erwartungskonform wählen Schüler überwiegend die Strategie Informationssuche, d.h. sie beantworten weniger häufig Fragen.

Lassen sich die Schüler in informationssuchende und -darbietende Nutzer unterteilen? Unterscheiden sich eventuelle Nutzertypen in ihren Personenmerkmalen? Ein Split-half über den Median des Items „Fragen beantworten“ ist angesichts des kleinen Stichprobenumfangs (Teilstichprobe mit zusätzlichen Personenvariablen: $N = 22$) nicht sinnvoll. Anhand des Items „Fragen beantworten“ (Original: „Ich beantworte Fragen, die andere gestellt haben“) können explorativ zwei Gruppen gebildet werden: Schüler, die keine Fragen beantworten (Angabe „nie“ oder „selten“), und Schüler, die Fragen beantworten (Angabe „gelegentlich“ oder „oft“). Allerdings werden die Teilstichproben noch kleiner und eine Auswertung ist nur explorativ sinnvoll: Die Gesamtstichprobe ($N = 55$) teilt sich in 84% ($n = 46$) informationssuchende Nutzer und 16% ($n = 9$) -darbietende Nutzer. Die Teilstichprobe der Probanden mit zusätzlichen Personenvariablen ($N = 22$) teilt sich in 82% ($n = 18$) informationssuchende Nutzer und 18% ($n = 4$) -darbietende Nutzer. Die Daten der Onlineumfrage zeigen auf numerischer Ebene, dass die informationsdarbietenden Nutzer im Mittel ein höheres Selbstkonzept, ein stärker ausgeprägtes Interesse, eine höhere intrinsische Motivation sowie bessere Noten in

Physik aufweisen. Die Effekte sind so groß ($d > 1$), dass die Unterschiede auch bei diesen kleinen Stichprobenumfängen signifikant werden (Mann-Whitney U-Test). Wir verzichten angesichts der Stichprobenumfänge auf Details.

Unterscheiden sich die beiden Nutzertypen hinsichtlich der rezeptiven Nutzung (Informationssuche)? Hier kann die gesamte Stichprobe genutzt werden und die Teilstichproben sind etwas größer. Die Teilgruppe der informationsdarbietenden Nutzer ist mit $n = 9$ für belastbare Aussagen allerdings immer noch zu klein. Das Muster (Unterschiede zwischen den Nutzertypen) setzt sich jedoch fort: Informationsdarbietende Nutzer, die definitionsgemäß Fragen anderer beantworten, weisen im Mittel auch ein höheres Maß an rezeptiver Nutzung auf. Allerdings ist dies zumindest für das Item „Einträge lesen“ u.U. nicht überraschend, da eine Frage gelesen werden muss. Genauso plausibel ist das Szenario, dass Frage-Beantworter auch andere Einträge öfters lesen, um ihre Antworten abzusichern. Sie posten allerdings auch häufiger Fragen, beteiligen sich also insgesamt mehr am Forum. Wir wollen hier eine explorative Statistik (Mann-Whitney U-Test, Tabelle 6) angeben.

Tabelle 6: U-Tests zum Vergleich der Nutzungsstrategien der Nutzertypen

Item	M ^a		SD		Cohens d	p
	Informations-suchende (n = 46)	Informations-dar-bietende (n = 9)	Informations-suchende (n = 46)	Informations-dar-bietende (n = 9)		
Einträge lesen	1,07	2,33	0,93	0,87	1,2	,001**
Fragen posten	1,33	1,89	0,67	0,78	0,8	,031*
Fragen beantworten	0,67	2,11	0,47	0,33	2,1	,000***
^a Mittelwerte auf einer Skala von 0 bis 3.						

(3) Nutzungsmotive: Die Onlineumfrage zeigt, dass in der Gesamtstichprobe die Items „Hilfe Hausaufgaben“, „Ideen für Referate suchen“ und „Begriffe für Physik suchen“ numerisch die höchste Zustimmung erhalten. Dabei ist schon numerisch zu

(4) Nutzungsmotive – explorativer Vergleich zwischen informationssuchenden und - anbietenden Nutzern: Den Daten ist zu entnehmen, dass sich die identifizierten Nutzertypen teilweise numerisch in ihrer Zustimmung zu den Nutzungsmotiven unterscheiden. Wir geben eine explorative Statistik an (Mann-Whitney U-Test, Tabelle 7).

Item	M ^a		SD		Cohens d	p
	Informations-suchende (n = 46)	Informations-darbietende (n = 9)	Informations-suchende (n = 46)	Informations-darbietende (n = 9)		
Hilfe Hausaufgaben	1,41	1,33	0,88	1,12	–	,914
Hilfe Klassenarbeiten	0,80	0,89	0,86	0,93	–	,797
Ideen für Referate suchen	1,26	1,67	0,80	1,00	–	,235
Begriffe für Physik suchen	0,98	2,00	0,83	0,71	1,2	,002**
Suche Themen Physik	0,48	2,22	0,89	1,10	1,6	,000***

^a Mittelwerte auf einer Skala von 0 bis 3.

Tabelle 7 ist zu entnehmen, dass sich die Nutzungsmotive bei den beiden Nutzertypen bei zwei Items – „Begriffe für Physik suchen“ und „Suche Themen Physik“ – deutlich unterscheiden. Dies lässt sich deuten: Informationsdarbietende Nutzer verwenden Physik-Internetforen vermutlich häufiger aus einem generellen Interesse an physikalischen Themen.

5. Diskussion der Ergebnisse

Eine Einschränkung unserer qualitativen Untersuchung, die insbesondere bei der Verteilung der Fragen, die in den Foren gestellt werden, zum Tragen kommen könnte, entsteht durch die Wahl des Themengebietes Mechanik. In anderen Gebieten ist es möglich, dass dort die Rechenaufgaben nicht dominieren und der Anteil der Verständnisfragen größer sein könnte.

Die größte methodische Schwierigkeit der Onlineumfrage liegt in der Stichprobe: Es ist keine kontrolliert gezogene Zufallsstichprobe. Außerdem besteht die Stichprobe nahezu vollständig aus registrierten Nutzern. Unsere Daten sind somit nicht geeignet, Aussagen über Schüler, die Physik-Internetforen ohne vorherige Registrierung nutzen, zu treffen. Unsere Stichprobe ist zudem klein, die Untergruppe der informationsdarbietenden Nutzer noch kleiner. Es handelt sich jedoch nicht um ein „convenience sample“, da die Probanden systematisch rekrutiert wurden. Weiterhin zeigt der Vergleich der Teilgruppen der informationssuchenden und -darbietenden Nutzer in der gesamten Stichprobe und der Teilstichprobe mit vollständigen Personenvariablen leichte Verzerrungen: Die Teilstichprobe weist einen noch größeren Anteil an Jungen auf als die Gesamtstichprobe. Außerdem werden in der Teilstichprobe signifikant mehr Einträge gelesen ($t = 2,462$, $p = 0,016^*$, Cohens $d = 0,6$) und mehr nach Themen zur Physik ($t = 2,181$, $p = 0,032^*$, Cohens $d = 0,6$) gesucht. Es kann dies als leichte Tendenz zu einer insgesamt höheren „Aktivität“ gedeutet werden. Dies ist stimmig, da diese Schüler auch bereit waren, mehr Fragen bei der Umfrage zu beantworten. Beim Split in informationssuchende und -darbietende Nutzer zeigen sich mit Ausnahme der Suche nach Hilfe für Hausaufgaben sowohl für die Gesamtstichprobe als auch für die Teilstichprobe gleiche numerische Tendenzen. Dies erhöht die Plausibilität für die Evidenz der Aussagen. Ex-Post lässt sich die Erhebungsmethode ebenfalls rechtfertigen, da sich

ein inhaltlich kohärentes und plausibles Gesamtbild zeigt. Das qualitative Datenmaterial ist mit der genannten thematischen Einschränkung repräsentativ. Dies ist ein Argument für eine mögliche Repräsentativität der Online-Befragung, da die Ergebnisse der qualitativen und der quantitativen Studie zusammen passen (s. unten). Insgesamt müssen die Ergebnisse jedoch aufgrund der genannten Einschränkungen sowie des heuristischen und explorativen Charakters der Untersuchung relativiert und als evidenzbasierte Hypothesen bewertet werden – denen, um es noch einmal zu betonen, aufgrund der inhaltlichen Kohärenz eine große Plausibilität zugeschrieben werden kann.

Welche Schüler nutzen Physik-Internetforen? Wir sehen es als belastbares Ergebnis an, dass dies überwiegend männliche Schüler sind, die das Gymnasium besuchen. Hauptschüler verirren sich nicht in diese Foren – oder sie lehnen es ab, Fragebögen zu beantworten. Die Charakterisierung der Population als Mittelstufenpopulation ist eine Verzerrung, da wegen der geringen Rücklaufquote eine gezielte Erhebung in der Mittelstufe durchgeführt wurde. Dementsprechend ist auch das mittlere Alter der Stichprobe nicht repräsentativ.

Es zeigt sich eine überwiegend informationssuchende Nutzung (FF4): Die große Mehrheit der Nutzer liest Beiträge und postet Fragen (ca. 80%). Dies entspricht den Erwartungen. Nur eine kleine Gruppe von Nutzern (ca. 20%) beantwortet die Fragen. Nicht alle Schüler stellen und beantworten gleichberechtigt Fragen. Die Schüler, die Physik-Internetforen verwenden, lassen sich also nach Datenlage in zwei Nutzertypen einteilen: Informationssuchende und - anbietende Nutzer.

Die Fragen zur Mechanik sind zu 80% Fragen zu Rechenaufgaben (FF1). Dies lässt sich mit der informationssuchenden Nutzung wie folgt deuten: Eine Minderheit von Schüler nutzt Physik-Internetforen pragmatisch zur Bewältigung von im Schulalltag anfallenden Aufgaben. Eine noch kleinere Minderheit von Schülern hilft ihnen dabei. Nur jede fünfte Frage (19%) zielt dabei auf die Erklärung eines nicht verstandenen physikalischen Sachverhalts (Verständnisfrage).

Das dominierende Motiv bei der Nutzung von Physik-Internetforen ist die Informationssuche, die wir genauer charakterisieren können (FF5): Die Suche nach Hilfe bei der Bearbeitung von Hausaufgaben wird am häufigsten angegeben, gefolgt

von Vorbereitung von Referaten – wobei wir nicht wissen, welcher Art die Referate sind. Auch Rechenaufgaben können Inhalt eines Referats sein. Die Suche nach unbekannten physikalischen Begriffen ist ein weiteres Motiv. Hilfe bei der Vorbereitung von Klassenarbeiten und ein generelles Interesse an physikalischen Themen spielen eine untergeordnete Rolle. Diese Ergebnisse passen zu der Art der Fragen aus der qualitativen Analyse. Es scheint sich bei den informationssuchenden Nutzern tatsächlich um ein pragmatisches Klientel zu handeln, das im Allgemeinen einfach Hilfe bei den Physikhausaufgaben sucht.

Bei der Nutzung von Physik-Internetforen zeigen sich damit im Wesentlichen dieselben Motive, die bereits von Schröter und Erb (2006) sowie von Crossley und Staraschek (2013) in ihren Studien zum Physiklernen mit dem Internet identifiziert wurden. Die durchgängig niedrigen Skalenmittelwerte ($< 1,42$ auf einer Skala von 0 = „nie“ bis 3 = „oft“) zur Erfassung der Nutzungsmotive könnten so interpretiert werden, dass informationssuchende Nutzer Physik-Internetforen selten nutzen. Die informationssuchenden Nutzer lassen sich somit verkürzt nicht nur als pragmatische sondern auch als Wenignutzer charakterisieren, die gezielt ihre Rechenhausaufgaben in Physik lösen wollen.

Das Prinzip „Hilfe zur Selbsthilfe“ wird in den Physik-Internetforen überwiegend eingehalten (FF3). Es scheint sich in den Foren tatsächlich um eine konstruktivistische Lernumgebung zu handeln, in der die individuellen Konstruktionsprozesse unterstützt werden. Die kategoriale Analyse der Antwortbeiträge zeigt, dass die Mehrheit der Antworten (65%) Lösungshinweise und keine Komplettlösungen bieten.

Von welcher fachlichen Qualität sind die Antworten, die Schüler auf ihre Fragen erhalten (FF2)? Es finden sich (bzgl. des Physikverständnisses) mit ca. 75% überwiegend richtige Beiträge in den Antworten. Ein Vergleich ist hier schwierig, da Bezugswerte fehlen. Klar ist aber, dass dies ein hoher Wert ist und damit der Auffassung entgegen getreten werden kann, dass in den Foren überwiegend fehlerhafte Vorstellungen über physikalische Konzepte zu Tage treten. Eine genauere Fehleranalyse zeigt, dass in ungefähr jedem fünften Antwortbeitrag Fehler im Zusammenhang mit dem Gebrauch physikalischer Einheiten auftreten. Handelt es sich hierbei wirklich um Fehler? Dies ist mit Vorsicht zu bewerten, da die schriftliche

Darstellung im Internet u.U. mit Zeichen spart. Vergleichbare Anteile zeigen sich auch für den Umgang mit physikalischen Formeln und Rechnungen. Priemer (2004) attestiert dem physikbezogenen Internetangebot ein insgesamt befriedigendes Ausmaß fachlicher Richtigkeit. Dieses Fazit scheint auch für Physik-Internetforen gültig zu sein.

Explorativ hat sich in der vorliegenden Untersuchung eine kleine Minderheit von Nutzern gezeigt, die vermutlich die Foren „am Laufen halten“, indem sie die Antworten posten. Diese Gruppe von „Experten“ bestimmt das Geschehen und liefert „Hilfe zur Selbsthilfe“ für die pragmatisch orientierten Schüler. Die Antwortgeber nutzen die Foren insgesamt aktiver, indem sie auch Fragen posten und Beiträge lesen. Der Klasse dieser aktiven, informationsdarbietenden Nutzer gehören ca. 20% der Umfrageteilnehmer an. Diese Schüler zeichnen sich – im Vergleich zu den informationssuchenden Nutzern – vermutlich durch ein hohes physikspezifisches Interesse, eine hohe physikspezifische Motivation, ein hohes physikspezifisches Selbstkonzept und bessere Physiknoten aus. Ihre vorrangigen Nutzungsmotive sind ein generelles Interesse an physikalischen Themen und die Suche nach physikalischen Begriffen. Informationsdarbietende Nutzer lassen sich somit verkürzt als kompetente physikinteressierte Vielnutzer charakterisieren. In dieser Teilgruppe finden sich vermutlich noch weniger Mädchen als in der ohnehin schon von Jungen dominierten Population der Nutzer von Physik-Internetforen. Die Gruppe der informationsdarbietenden Nutzer könnte zum Teil Physikenthusiasten umfassen, also diejenigen Schüler, die sich besonders für Physik interessieren und Physik studieren werden. Die informationsdarbietenden Nutzer weisen Ähnlichkeiten mit der Gruppe auf, die Physik als Lieblingsfach angeben (Starauschek, 2001); zumindest liefert der Vergleich ein Indiz. Den vermeintlichen Enthusiasten bietet das Internet damit neue Möglichkeiten sich weiter zu entwickeln. Sie finden leichter Gleichgesinnte und eine größere Community als in Internetvorzeiten – allerdings virtuell.

Aus physikdidaktischer Forschungsperspektive ergeben sich aus unseren Ergebnissen sich mehrere Fragen. Zentral ist die Frage nach dem Wissenserwerb: Unterstützt das Lernen in Physik-Internetforen physikbezogene Lernprozesse? Die überwiegend fachliche Richtigkeit, die konstruktivistische Ausrichtung dieser Lernumgebung und die nicht unerhebliche Lernzeit lässt eine Unterstützung des

Wissenserwerbs möglich erscheinen. Hier wäre zu untersuchen, ob sich die Nutzung von außerhalb der Schule entstandenen Physik-Internetforen positiv auf den Wissenserwerb insbesondere der informationssuchenden Nutzer auswirkt. Zu fragen wäre auch, ob sich die Nutzung dieser Foren als Ergänzung zum Physikunterricht durch die Physiklehrer induzieren lässt. Dabei wäre insbesondere das Verhältnis von Aufwand und Ertrag zu prüfen, also ob sich der zeitliche Aufwand, der mit der Nutzung von Physik-Internetforen verbunden ist, im Vergleich zum erzielten Wissenserwerb lohnt.

Trotz der genannten methodischen Einschränkungen sowie des heuristischen und explorativen Charakters der Untersuchung halten wir unsere Ergebnisse aus physikdidaktischer Sicht für bedeutsam. Zwar scheinen Schüler gemäß dem Forschungsstand Internetforen beim Physiklernen gegenwärtig nur in sehr geringem Umfang zu nutzen (Crossley & Starauschek, 2013). Für die Nutzung physikspezifischer Internetforen finden sich bei Crossley und Starauschek (2013) nur vereinzelte Hinweise. Angesichts der Euphorie und der Erwartungen des ersten Internethypes Mitte der 90er Jahre auch über die Funktion von themenspezifischen Onlineforen ist dieser Befund ernüchternd. Zwei Gründe lassen sich jedoch nennen, um die Relevanz unserer Studie zu erhöhen: Zum einen ist nicht abzusehen, wie sich die Nutzung von Physik-Internetforen in Zukunft entwickelt. Es ist durchaus denkbar, dass der Anteil an Schülern, der Physik-Internetforen oder eine Weiterentwicklung nutzt, in Zukunft wachsen könnte. Die ubiquitäre Verfügbarkeit des Internets durch internetfähige Handys („Smartphones“) könnte derartige Entwicklungen begünstigen. Zum zweiten schätzen wir unsere Ergebnisse als erste orientierende Hinweise ein, wie Internetanwendungen, die auf gleichen oder ähnlichen Funktionsweisen basieren (z.B. themenunabhängige Internetforen oder Social Media), beim Physiklernen genutzt werden. Ob diese Annahmen zutreffen müsste in weiteren Studien überprüft werden. Wir bewerten unsere Ergebnisse trotz aller empirischen Einschränkungen angesichts des rudimentären Forschungsstandes als einen Zugewinn an Wissen.

Anhang A

Das Datenmaterial für die qualitative Analyse wurde den ersten fünf Physik-Internetforen entnommen. Die Onlineumfrage wurde in den letzten fünf Foren durchgeführt (Stand aller Angaben: November 2011).

- www.physikerboard.de (Beiträge können ohne Registrierung verfasst werden, expliziter Hinweis auf „Hilfe zur Selbsthilfe“, Anzahl registrierter Nutzer: 11319, Anzahl geschriebener Beiträge: 148602,)
- www.netphysik.de (Beiträge können nur nach Registrierung verfasst werden, kein expliziter Hinweis auf „Hilfe zur Selbsthilfe“, Anzahl registrierter Nutzer: 4399, Anzahl geschriebener Beiträge: 44096)
- www.hausaufgaben-forum.net (Beiträge können ohne Registrierung verfasst werden, kein expliziter Hinweis auf „Hilfe zur Selbsthilfe“, Anzahl registrierter Nutzer im gesamten Forum: 3341, Anzahl geschriebener Beiträge im Unterforum Physik: 2294)
- www.forum-schueler.de (Forum nicht mehr existent, Anzahl registrierter Nutzer: 1097, Anzahl geschriebener Beiträge: 28027)
- www.drillingsraum.de (Beiträge können nur nach Registrierung verfasst werden, kein expliziter Hinweis auf „Hilfe zur Selbsthilfe“, Anzahl registrierter Nutzer: 845, Anzahl geschriebener Beiträge: 13595)
- www.forum.physik-lab.de (Beiträge können nur nach Registrierung verfasst werden, kein expliziter Hinweis auf „Hilfe zur Selbsthilfe“, Anzahl registrierter Nutzer: 3686, Anzahl geschriebener Beiträge: 20304)

Anhang B

Die Tabelle zeigt die deskriptiven Daten für die gesamte Stichprobe (GS) und eine Teilstichprobe (TS). Nur für TS liegen alle erfragten Personenvariablen vor. GS und TS werden noch einmal unterteilt: In die Typen informationssuchende und - anbietende Nutzer.

	Gesamte Stichprobe (GS)		Teilstichprobe (TS)		Informations-suchende Nutzer (GS)		Informations-darbietende Nutzer (GS)		Informations-suchende Nutzer (TS)		Informations-darbietende Nutzer (TS)	
	(n=55)		(n=22)		(n=46)		(n=9)		(n=18)		(n=4)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Anteil/-zahl Jungen	71% (39)	-	86% (19)	-	70% (32)	-	78% (7)	-	83% (15)	-	100% (4)	-
Anteil/-zahl Mädchen	29% (16)	-	14% (3)	-	30% (14)	-	22% (2)	-	17% (3)	-	0% (0)	-
Alter	15,9	1,8	16,1	2,1	15,9	1,9	15,7	1,2	16,2	2,3	16,0	0,80
Einträge lesen ^a	1,27	1,03	1,91	1,02	1,07	0,93	2,33	0,87	1,67	0,97	3,00	0,00
Fragen posten ^a	1,42	0,71	1,32	0,72	1,33	0,67	1,89	0,78	1,22	0,65	1,75	0,96
Fragen beantworten ^a	0,91	0,70	1,05	0,58	0,67	0,47	2,11	0,33	0,83	0,38	2,00	0,00
Hilfe Hausaufgabe ^a	1,40	0,92	1,41	0,96	1,41	0,88	1,33	1,12	1,61	0,85	0,50	1,00
Hilfe Klassenarbeiten ^a	0,82	0,86	1,00	1,02	0,80	0,86	0,89	0,93	1,11	1,08	2,25	0,58
Ideen für Referate suchen ^a	1,33	0,84	1,50	1,01	1,26	0,80	1,67	1,00	1,33	0,97	2,00	0,96
Begriffe für Physik suchen ^a	1,15	0,89	1,36	0,95	0,98	0,83	2,00	0,71	1,22	0,94	1,75	0,82
Suche Themen Physik ^a	0,76	1,12	1,41	1,30	0,48	0,89	2,22	1,10	1,06	1,16	3,00	0,00
Interesse an Physik ^a	-	-	1,65	1,02	-	-	-	-	1,44	1,00	2,58	0,50
Motivation Physik ^a	-	-	1,31	1,05	-	-	-	-	1,07	1,00	2,36	0,48
Selbstkonzept Physik ^a	-	-	2,08	0,84	-	-	-	-	1,89	0,81	2,96	0,08
Physiknote ^b	-	-	2,3	1,1	-	-	-	-	2,6	1,1	1,3	0,5

^a Werte von 0 bis 3; ^b Werte von 1 bis 6.

Anhang C

Post-hoc-Einzelvergleiche zwischen den Nutzungsmotiven (t-Test mit Bonferroni-Korrektur, $N = 55$).

Vergleich der Items	M ^a	Mittlere Differenz	p
Hilfe Hausaufgaben Hilfe Klassenarbeiten	1,40 0,80	0,58	,002**
Hilfe Hausaufgaben Ideen für Referate suchen	1,40 1,33	0,07	1,000
Hilfe Hausaufgaben Begriffe für Physik suchen	1,40 1,15	0,26	1,000
Hilfe Hausaufgaben Suche Themen Physik	1,40 0,76	0,64	,028*
Hilfe Klassenarbeiten Ideen für Referate suchen	0,80 1,33	-0,51	,006**
Hilfe Klassenarbeiten Begriffe für Physik suchen	0,80 1,15	-0,33	,250
Hilfe Klassenarbeiten Suche Themen Physik	0,80 0,76	0,06	1,000
Ideen für Referate suchen Begriffe für Physik suchen	1,33 1,15	0,18	1,000
Ideen für Referate suchen Suche Themen Physik	1,33 0,76	0,56	,024*
Begriffe für Physik suchen Suche Themen Physik	1,15 0,76	0,38	,055
^a Mittelwerte auf einer Skala von 0 bis 3.			

6.2 Reading Science Texts Online: Does Source Information Influence the Identification of Contradictions within Texts?

Authors: D. Keck, Y. Kammerer & E. Starauschek

Abstract

The present study investigated the influence of the source of information on high-school students' identification of contradictions within online science texts. A pilot study with $N = 92$ high-school students showed that their expectations regarding the quality of an online text differed significantly depending on the authoritativeness of the source (i.e., on the authoritativeness of the website and the author's expertise). In the main study $N = 161$ high-school students read a science text that contained four text-internal contradictions and that varied regarding the authoritativeness of both the type of website on which the text was presented (authoritative vs. non-authoritative website) and the author of the text (expert vs. layperson). After reading, a Conflict Verification Task was applied to measure students' identification of the conflicting information. The results indicate that students' identification of contradictions differs as a function of website authoritativeness and author expertise. Both in a text stemming from an unambiguously authoritative source ("expert author/authoritative website") and in a text stemming from an unambiguously non-authoritative source ("lay author/non-authoritative website") students identified more contradictions than in a text stemming from a source whose authoritativeness is ambiguous ("lay author/authoritative website" or "expert author/non-authoritative website").

1. Introduction

The Internet has become a common medium for students of all ages to search for school-related information in order to complete school assignments (cf. Mason, Junyent, & Tornatora, 2014; Walraven, Brand-Gruwel, & Boshuizen, 2009). As recent surveys show, in Germany, for instance, 76% of the adolescents use the Internet as a source of information for school-related issues (Hoyer, Huth, & Spahr, 2011). In the United States, 62% of the high-school students use the Internet at least once or twice a week for school work (Ehrlich, Sporte, & Sebring, 2013). However, on the Internet

not only experts but also laypersons can author information. Additionally, the type of website on which the information is provided can also vary widely in its authoritativeness (e.g., websites of official institutions as compared to online forums). Therefore, using the Internet as a source of information holds the risk to retrieve inaccurate information (Mason et al., 2014; Walraven et al., 2009). This problem also affects information about scientific topics on the Internet and may lead to misconceptions in students' learning (Acar Sesen, 2010). Thus, the identification of inaccurate information is an important aspect when using the Internet as a source of science information. One way for students to identify inaccuracies is to notice when one statement contradicts another statement in the text. Imagine, for example, on a website a student reads the statement that "The earth's radius is 4000 km", whereas further down on the same website (or on another website) the student finds the statement that "Mars' radius is 3390 km and thus about half of Earth's radius". Accordingly, the student might notice that the two statements contradict each other and therefore might conclude that at least one of the statements is inaccurate.

However, past research has shown that students often fail to identify such contradictions in texts (e.g., Baker, 1979; Winograd & Johnston, 1982; Grabe, Antes, Kahn, & Kristjanson, 1991) – especially when reading science texts (Otero & Campanario, 1990), and also when reading science texts online (Stadtler, Scharrer, Brummernhenrich, & Bromme, 2013). In a study by Otero and Campanario (1990), for example, tenth-grade students identified only about 25% of the contradictions contained in short science texts on physics or chemistry principles.

Therefore, the research question of the present paper was not so much about students' identification of contradictions in online science texts per se, but rather about how expectations about the quality of the text, triggered by the source of information, would influence the identification. As outlined above the authoritativeness of both the type of website on which the text is presented and the author of the text can vary considerably on the Internet. Therefore, we investigated how the authoritativeness of the website and the author influence students' identification of conflicting information in an online science text.

2. Theoretical Background

According to the construction-integration model (Kintsch, 1998), one of the most influential theories on text comprehension in educational psychology, the

identification of contradictions in a text requires that the two contradicting propositions are present and activated with a similar strength in the reader's memory representation and that a negative link is established between them (cf. Otero & Kintsch, 1992; Stadtler et al., 2013). In other words, readers are only able to verify after reading that a contradiction exists, if they have noticed the contradictory propositions as a disruption in coherence (i.e., they have encountered a comprehension problem) and have attributed this coherence breakdown to an objectively existing conflict (cf. Stadtler & Bromme, in press). Failures in correctly verifying contradictions, thus, can result from the fact that readers (a) simply overlook the contradiction due to inattentive reading, (b) that they ignore the contradiction (e.g., because it is seen as irrelevant), or (c) that they reconcile the contradiction by drawing unwarranted inferences (Otero & Campanario, 1990; Stadtler & Bromme, in press).

Learner characteristics such as reading ability (Winograd & Johnston, 1982; August, Flavell & Clift, 1984), developmental stage (Baker, 1979; Grabe et al., 1991), and prior knowledge (Stadtler et al., 2013) have been shown to be positively related to the identification of contradictions in texts. Furthermore, the identification of contradictions has been found to also depend on characteristics of the text. For instance, students are more likely to report contradictions when the contradictions are explicit rather than implicit, and when the conflicting propositions appear within the same paragraph rather than between different paragraphs (for a review, see Baker, 1989).

A third class of variables that has been proposed to influence the identification of conflicting information are instructions or contextual factors (cf. García-Arista, Campanario, & Otero, 1996) that trigger certain expectations about the quality of the text. Several studies revealed that pre-informing participants about the possible presence of contradictions increased their later identification (e.g., Baker, 1979; Bonitatibus, Godshall, Kelley, Levering, & Lynch, 1988; Grabe et al., 1991). Besides the effect of such an explicit hint that a text might contain contradictions, Stadtler et al. (2013) have shown that readers were also better able to verify conflicting information in text materials after reading when the information was supposed to stem from multiple different authors than from a single author. This might be due to the fact that it is more likely that different authors offer contradictory opinions than a single author. Consequently, in the multiple authors condition readers' expectation of

conflicting information are higher and conflicting information is rather attributed to an objective conflict. Likewise, – though not yet empirically investigated – it can be assumed that when readers deem the quality of a text to be low, as it is likely for a text stemming from a non-authoritative source (e.g., Rieh, 2002; Winter, Krämer, Appel, & Schielke, 2010), this would also increase the likelihood that readers identify conflicting information and attribute it to an objective conflict.

However, Stadtler et al. (2013) argue that also a text stemming from a highly authoritative source should increase the likelihood of identifying contradictions. As readers should deem the quality of texts authored by experts to be high, they should be motivated to fully understand the information and therefore to process the information deeply, which should result in a careful encoding and comparison of the propositions in the text. In line with this assumption, García-Arista et al. (1996) showed that students' identification of contradictions in physics and chemistry texts was higher when they were led to believe that the texts stemmed from a science text book (i.e., a high expertise source for science information) than when they believed that they stemmed from a less authoritative source, namely from a newspaper. In contrast, Stadtler et al. (2013) did not find significant differences in university students' verification of conflicting information in texts that were authored by a medical doctor (high expertise source) or by a high-school student (low expertise source). A potential reason for these – at first sight contradicting – findings is that both a text stemming from an unambiguously authoritative source (i.e., a source triggering high quality expectations) and a text stemming from an unambiguously non-authoritative source (i.e., a source triggering low quality expectations) result in an increased recall of contradictions as compared to a text stemming from a source whose authoritativeness is ambiguous (such as in the case of the newspaper). The goal of the present study was to shed light on this assumption.

3. The Present Study

The present study sought to investigate systematically the influence of the source of information and readers' respective quality expectations on high-school students' identification of contradictions within an online science text. Specifically, we aimed to compare situations where the source can be assumed to be unambiguously authoritative or non-authoritative to situations where the authoritativeness of the source is ambiguous.

Texts published on the Internet cannot only differ with regard to the author's expertise but also with regard to the authoritativeness of the website on which the text is published. Whereas websites of official institutions (e.g., university websites) are typically perceived as reliable by students (Kammerer & Gerjets, 2012; Kammerer & Gerjets, 2014) and thus can be assumed to trigger high quality expectations, forum websites are typically perceived as rather unreliable (Kammerer & Gerjets, 2012; Kammerer & Gerjets, 2014; Walraven et al., 2009) and thus can be assumed to trigger low quality expectations. This argumentation is in line with research showing that the type of website (e.g., a news organization website as compared to a personal website) on which a text is published impacts its perceived credibility (Flanagin & Metzger, 2007). The expectations regarding a text's quality might even be reinforced when the text presented on an authoritative website is authored by an expert, or when the text presented on a non-authoritative website is authored by a layperson. In contrast, both a text authored by an expert but provided on a non-authoritative website and a text authored by a layperson but provided on an authoritative website provides the reader with ambiguous indications of the text's quality. Based on the theoretical assumptions and previous empirical findings by García-Arista et al. (1996) and Stadtler et al. (2013) we hypothesized that both in a text stemming from an unambiguously authoritative source (e.g., a text from an expert author on an authoritative website) and in a text stemming from an unambiguously non-authoritative source (e.g., a text from a lay author on a non-authoritative website) students would identify more contradictions provided in the text than in a text stemming from a source whose authoritativeness is ambiguous (e.g., expert author but non-authoritative website, or lay author but authoritative website). In other words, in a text that is provided on an authoritative website, more contradictions should be identified if the text was authored by an expert than by a layperson. In contrast, in a text that is provided on a non-authoritative website, more contradictions should be identified if the text was authored by a layperson than by an expert.

In addition to the main study, a pilot study was conducted in order to verify that the above mentioned combinations of source information indeed triggered low, high, or ambiguous expectations about a text's quality.

4. Pilot Study

4.1 Method

The sample consisted of 92 German high-school students (grade 10 and grade 11). The average age was 16.1 years ($SD = 1.7$) and 34% of the students were female. For all students parental approval for participation was obtained. Each student was presented with a description of four different types of information sources from the Internet: (a) a professor's article on the website of a university, (b) a high-school student's article on the website of a university, (c) a series of postings in an online forum written by a professor, and (d) a series of postings in an online forum written by a high-school student. After reading the descriptions, students rated the expected quality of each information source on a 5-point scale from 1 = low to 5 = high.

4.2 Results

Table 1 shows the means (and standard deviations) of the quality ratings for the four different source types. The quality of the "university professor/university website" source on average was rated as very high, whereas the quality of the "high-school student/online forum" source was rated as rather low. In contrast, the quality of the two "mixed" sources, that is, the "university professor/online forum" source and the "high-school student/university website" source, was rated as rather indecisive. To test the hypothesis that a text authored by an expert and presented on a highly authoritative web page would result in high quality expectations and a text authored by a layperson and presented on a non-authoritative web page would result in low quality expectations, whereas both a text authored by an expert but presented on a non-authoritative web page and a text authored by a layperson but presented on a highly authoritative web page would result in ambiguous quality expectations we conducted the following planned contrasts for the within-subjects factor type of source.

First, we compared students' ratings for a text authored by an expert and presented on a highly authoritative web page with the aggregate of the ratings for a text authored by an expert but presented on a non-authoritative web page and a text authored by a layperson but presented on a highly authoritative page. In line with our hypothesis, results showed that students' quality expectations of the "university professor/university website" source were significantly higher than the aggregate of the ratings of the "university professor/online forum" source and the "high-school

student/university website” source, $t(91) = 14.13$, p (one-tailed) $< .001$, Cohen’s $d = 1.5$.

Second, we compared students' ratings for a text authored by a layperson and presented on a non-authoritative web page with the aggregate of the ratings for a text authored by an expert but presented on a non-authoritative web page and a text authored by a layperson but presented on a highly authoritative page. In line with our hypothesis, results showed that students' quality expectations of the “high-school student/online forum” source were significantly lower than the aggregate of the ratings of the “university professor/online forum” source and the “high-school student/university website” source, $t(91) = -13.79$, p (one-tailed) $< .001$, Cohen’s $d = 1.4$.

Table 2: Means and Standard Deviations of the Quality Ratings for the four different Source Types

Source Type	M	SD
“university professor/university website”	4.74	0.71
“university professor/online forum”	3.54	1.12
“high-school student/university website”	3.55	0.72
“high-school student/online forum”	2.09	0.81

To conclude, the results of our pilot study confirm that the combination of author expertise and website authoritativeness triggers different levels of expectations regarding the quality of a text: (a) A text authored by an expert and presented on an authoritative website triggers high quality expectations in high-school students, (b) a text authored by a layperson and presented on a non-authoritative website triggers rather low quality expectations, and (c) both a text authored by an expert but provided on a non-authoritative website and a text authored by a layperson but provided on an authoritative website trigger rather ambiguous (or medium) quality expectations.

5. Experiment

5.1 Method

5.1.1 Participants and design

Participants were 161 tenth and eleventh-graders from a German high-school (a different one than in the pilot study). The average age was 15.8 years ($SD = 0.7$). 52% of the students were female. For all students parental approval for participation was obtained. An experimental study with the independent variables “author expertise” (expert author: university professor vs. lay author: high-school student) and “website authoritativeness” (authoritative website: university website vs. non-authoritative website: online forum) was carried out to investigate the research question. Consequently, there were four different text conditions with a total of three different levels of induced quality expectations (i.e., low quality expectations, high quality expectations, and ambiguous quality expectations). Students were randomly assigned to one of the four text conditions. Table 2 shows the different text conditions and the corresponding levels of quality expectations.

Table 2: The Four Text Conditions and the Three Corresponding Levels of Quality Expectations

		Author expertise	
		University professor	High-school student
Website authoritativeness	University website	(A) University professor and university website (high quality expectations)	(B) High-school student and university website (ambiguous quality expectations)
	Online forum	(C) University professor and online forum (ambiguous quality expectations)	(D) High-school student and online forum (low quality expectations)

5.1.2 Materials

For the science text, we designed a text on the topic of wind energy plants by manipulating an actual Internet-article. The text was about the physical principals, the design, the operating mode, and the use of wind energy plants. We inserted four text-

internal contradictions in this text. The conflicting propositions were always presented within a paragraph. Each conflicting text passage contained an objectively accurate proposition and an inaccurate counter-proposition. An example of one of the target paragraphs is the following (conflicting information underlined):

„A nuclear power plant’s degree of efficiency is about 35%. The degree of efficiency of wind energy plants is much lower. Modern wind energy power plants reach degrees of efficiency of 40% to 45%. As the technology is already quite mature, hardly any further increase in the degree of efficiency of wind energy plants is expected.“

The text was 32 sentences and 417 words long and contained, according to the index of Halliday (2009), eight technical terms. Readability was moderate as indicated by a Flesch Reading Ease Index of 50 (German adaption: Amstad, 1978). Depending on the experimental condition, the text was presented either on a university website or on an online physics forum, and was authored either by a university professor or by a high-school student. In the “university professor/university website” condition, the text was presented as a professor’s article on the website of a known German university. Displayed information including a photograph of the professor identified the article’s author as a physics professor. In the “high-school student/university website” condition, the text was presented as a high-school student’s article on the website of the same German university. Displayed information including a photograph of the student identified the student as a participant of a summer-school about renewable energies organized by the university. Furthermore, the information explained that the student was given the opportunity to publish a self-authored article on the university’s website about what he has learned during summer-school. Thus, we provided a plausible explanation for the presence of a student author on a university website.

In the “university professor/online forum” condition, the text was presented as a series of postings written by a professor to answer questions of an anonymous person about wind energy plants. Again, displayed information included a photograph of the professor and identified him as a physics professor. In the “high-school student/online forum” condition, the text was presented as a series of postings (in the same online forum) written by a high-school student to answer (the same) questions

of an anonymous person. Displayed information included a photograph of the student and identified him as a high-school student. Furthermore, the student's first posting included the remark that he would answer the questions by posting parts of a school essay about wind energy plants. Thus, we provided a plausible explanation for the student's fairly sophisticated writing style.

Further information about the author (e.g., gender) and the text (e.g., creation date) was kept constant across the four experimental conditions.

5.1.3 Measures

Dependent variable: We used a Conflict Verification Task (CVT) in adaption of Stadtler et al. (2013) to assess students' identification of contradictions in the text. As outlined above, in order to correctly verify a contradiction in a text after reading, a student needs to remember both of the conflicting propositions as well as to have established a negative link between these propositions (cf. Kintsch, 1998). Accordingly, the CVT consisted of items containing a stimulus proposition and two questions. In question one, the student had to decide in a forced-choice format (yes or no) whether the text contained the given information. In question two, the student had to decide whether the text contained conflicting information – again in a forced-choice format with the options yes or no.

In total our CVT consisted of 20 items: Eight items included paraphrases of text propositions that were constituent of a contradiction ("attractor" items), eight items included paraphrases of text proposition that were not constituent of a contradiction ("uncritical" items), and four items included propositions about wind energy plants that were neither included in the text nor conflicted with any text proposition (filler items). The CVT score was computed as the proportion of "attractor" items correctly verified as constituent of a contradiction (i.e., yes to both questions) minus the proportion of "uncritical" items falsely verified as constituent of a contradiction (i.e., yes to both questions) to correct for "an individual's tendency to answer in the positive" (Stadtler et al., 2013, p. 138). Accordingly, the possible range of the CVT score was -1 to 1. The reliability of the CVT was acceptable (Cronbach's $\alpha = .71$).

Control variables: Students' report of their latest grade in physics, their prior topic knowledge, and their reading skills were assessed as control variables. Prior knowledge about wind energy plants was assessed with three items that addressed

advantages and disadvantages of wind energy plants, their power, and their degree of efficiency (Geller, Neumann, & Fischer, 2010). Each correctly answered item was scored with one point, resulting in a possible range of 0-3 points. Reading skills — specifically, students' reading speed and reading comprehension — were assessed with the LGVT 6-12 (Schneider, Schlagmüller, & Ennemoser, 2007), a standardized German reading speed and comprehension test.

Manipulation check: To check whether source information was noticed by the students, in the end of the experiment, we asked them on which type of website the text was presented and who had authored the text. Both items had to be answered in a forced-choice format with three options each (i.e., the correct answer plus two distractors).

5.1.4 Procedure

The study was carried out in classrooms during one of the students' regular science lessons. First, demographic information, report of the latest grade in physics, and prior topic knowledge were collected by means of paper-and-pencil tests. Subsequently, students were provided with a printout of one of the four fabricated websites containing the manipulated science text. Accordingly, the manipulated text was presented to a student either (a) as an article on a university website written by a university professor (high quality expectations), (b) as an article on a university website written by a high-school student (ambiguous quality expectations), (c) as a series of postings in an online forum written by a university professor (ambiguous quality expectations), or (d) as a series of postings in an online forum written by a high-school student (low quality expectations). Students were randomly assigned to one of the four text conditions. Students were instructed to read the text carefully in preparation of a class presentation on the topic. Reading time was limited to eight minutes. Afterwards the experimenter collected the texts and handed out the Conflict Verification Task to measure students' identification of contradictions in the text. After completing the CVT, the manipulation check was administered. Subsequently, students' reading skills were assessed with the LGVT 6-12. At the end of the experiment the contradictions in the text and the purpose of the study were explained to the students.

5.2 Results

5.2.1 Control variables⁸

First of all, we tested whether students in the four source conditions were comparable with regard to their reading speed, reading comprehension, their prior topic knowledge, and their latest grade report in physics (see Table 3 for means and standard deviations). Two-way ANOVAs revealed no significant differences between the four text conditions for any of the four control variables (all $F_s < 1$, except for reading comprehension: website authoritativeness, $F(1, 157) = 2.45$, $p = .12$; prior topic knowledge: website authoritativeness x author expertise, $F(1, 157) = 1.47$, $p = .23$; grade report: website authoritativeness, $F(1, 157) = 2.47$, $p = .12$). Likewise, planned contrasts also revealed no significant differences between the ambiguous quality expectations group and the low quality expectations group and the high quality expectations group, respectively (all $p_s > .22$).

Table 3: Means for Control Variables as a Function of "Author Expertise" (University Professor vs. High-school Student) and "Website Authoritativeness" (University Website vs. Online Forum) with Standard Deviations in Parentheses

Control Variable	University website		Online forum	
	University professor ($n = 42$)	High-school student ($n = 39$)	University professor ($n = 39$)	High-school student ($n = 41$)
Grade report in physics (from 1 = best grade to 6 = worst grade)	2.79 ($SD = 1.09$)	2.69 ($SD = 1.14$)	2.45 ($SD = 0.90$)	2.51 ($SD = 1.12$)
Prior topic knowledge (from 0 to 3 points)	2.10 ($SD = 0.79$)	1.90 ($SD = 0.85$)	2.03 ($SD = 0.90$)	2.15 ($SD = 0.78$)
Reading speed (# words read)	811.86 ($SD = 264.19$)	764.49 ($SD = 207.56$)	836.10 ($SD = 219.70$)	811.24 ($SD = 226.00$)

⁸ Missing values occurred in the data sets of four students and were estimated using the method Hot Deck (e.g., Andridge & Little, 2010).

Reading comprehension (from -23 to 46 points)	14.88 (<i>SD</i> = 5.01)	14.33 (<i>SD</i> = 5.28)	15.87 (<i>SD</i> = 4.43)	15.85 (<i>SD</i> = 5.56)
--	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------

5.2.2 Manipulation check

The results indicate that source information had been noticed by most of the students: 147 students (91.3%) identified both the author and the website correctly. Only a minority of 14 students (two in the experimental condition “high-school student/online forum”, four in each of the other experimental conditions) did not remember the provided source information correctly. Of these 14 students, six failed in the correct identification of the author, four in the identification of the website, and another four failed in both the identification of the author and the website. As we do not know whether these students did not notice this source information at all, or whether they noticed the information but forgot it during the CVT, we did not exclude them from further analyses.

5.2.3 Identification of conflicting information

Table 4 shows the mean CVT scores (and standard deviations) as a function of the independent variables “author expertise” and “website authoritativeness”.

Table 4: Mean CVT Scores as a Function of “Author Expertise” and “Website Authoritativeness” with Standard Deviations and Sample Size in Parentheses

		Author expertise	
		University professor	High-school student
Website authoritativeness	University website	0.30 (<i>SD</i> = 0.27)	0.21 (<i>SD</i> = 0.24)
	Online forum	0.20 (<i>SD</i> = 0.31)	0.30 (<i>SD</i> = 0.31)
Note: The possible range of the CVT is [-1,1].			

To test our hypotheses, we conducted a two-way ANOVA as well as planned contrasts. The results of the ANOVA showed no significant main effects of “author expertise”, $F(1,157) < 0.001$, $p = .988$, and “website authoritativeness”, $F(1,157) = 0.003$, $p = .960$, but a significant disordinal interaction of the two factors, $F(1,157) = 4.556$, $p = .034$, partial $\eta^2 = .028$.

To further specify this disordinal interaction and to test our specific, directed hypotheses that both a high and a low expectation regarding the text's quality result in a better identification of contradictions than an ambiguous expectation, we conducted the following planned contrasts. First, we compared the source condition that triggered high quality expectations (“university professor/university website”) to the aggregate of the two source conditions that triggered ambiguous quality expectations (“university professor/online forum” and “high-school student/university website”). In line with our first hypothesis, students in the “university professor/university website” condition performed significantly better on the CVT than students in the aggregation of the conditions “university professor/online forum” and “high-school student/university website”, $t(157) = 1.775$, p (one-tailed) = .039, Cohen's $d = 0.3$. Second, we compared the source condition that triggered low quality expectations (“high-school student/online forum”) to the aggregate of the two source conditions that triggered ambiguous quality expectations (“university professor/online forum” and “high-school student/university website”). In line with our second hypothesis, students in the “high-school student/online forum” condition performed also significantly better on the CVT than students in the aggregation of the conditions “university professor/online forum” and “high-school student/university website”, $t(157) = 1.728$, p (one-tailed) = .043, Cohen's $d = 0.3$.

6. Summary and Discussion

As anyone can publish almost anything on the Internet, the quality of online information about scientific topics varies considerably, with many websites containing inaccurate information (cf. Acar Sesen, 2010; Walraven et al., 2009). Therefore, it is very important that students identify contradictions within online science texts when using the Internet for school assignments. As online texts can differ with regard to the author's expertise and the authoritativeness of the type of website, we examined the impact of such kind of source information on high-school students' identification of contradictions in an online science text. Specifically, we hypothesized that both

source information inducing high expectations regarding the text's quality (i.e., an expert author providing information on an authoritative website) and source information inducing low expectations regarding the text's quality (i.e., a lay author providing information on a non-authoritative website) would lead to an increased identification of contradictions than source information inducing ambiguous expectations about the text's quality (i.e., an expert author providing information on a non-authoritative website, or a lay author providing information on an authoritative website). Before examining this hypothesis, we showed in a pilot study that as expected the different combinations of author expertise and website authoritativeness indeed induced different expectations about a text's quality in high-school students. A text authored by an expert and presented on an authoritative website triggered high quality expectations, a text authored by a layperson and presented on a non-authoritative website triggered rather low quality expectations, and both a text authored by an expert but provided on a non-authoritative website and a text authored by a layperson but provided on an authoritative website triggered rather ambiguous (or medium) quality expectations.

Moreover, the results of the main study support the above mentioned hypothesis: Both students who were presented a text about wind energy plants on a university website authored by a university professor and students who were presented the same text in an online forum authored by a high-school student outperformed students who were presented the text in the two "mixed" conditions (i.e., "university professor/online forum" or "high-school student/university website") significantly in the Conflict Verification Task. Our interpretation of these results is the following: On the one hand, source information inducing high expectations regarding the text's quality provokes the use of deep processing strategies as readers are assumed to be motivated to fully understand the information (cf. Stadtler et al., 2013). This, in turn, results in a careful encoding and comparison of the propositions (also the conflicting ones) in the text. On the other hand, source information inducing low expectations regarding the text's quality provides a sufficient reason to expect contradictions in the text. This, in turn, increases the likelihood that readers identify conflicting information and attribute it to an objective conflict. Source information inducing ambiguous expectations regarding the text's quality, in contrast, results in lower identification rates, because it neither provokes the use of deep processing strategies, nor provides sufficient reason to expect contradictions in the text.

One limitation of the present study, however, is that we did not conduct any process measures such as eye-tracking or verbal protocols during reading. Therefore, we cannot proof whether these interpretations hold true. Furthermore, we do not have any insights into the reasons why students failed to verify contradictions. Was the contradiction simply overlooked during reading, was it ignored, or was it reconciled by drawing unwarranted inferences? Future research should address this limitation by using eye-tracking (cf. Grabe et al., 1991; Stadtler, Scharrer, & Bromme, 2012) and think-aloud methodologies or other types of self report measures (cf. e.g., Baker, 1989). The use of eye-tracking methodology would also provide insights on how and when in the reading process source information (i.e., the author and website information) is processed by students (cf. Braasch, Rouet, Vibert, & Britt, 2012).

Another limitation arises from the type of source information we chose for our study as independent variables, that is, information about the author's expertise (university professor as compared to high-school student) and the authoritativeness of the website (university website as compared to online forum). Information sources on the Internet, of course, can also vary with regard to various other characteristics, such as the currency or completeness of the provided information, or whether or not the information provider has any commercial interests in publishing the information. In addition, with the rise of web 2.0 technologies user-generated quality indicators such as user-ratings or the number of "likes" or bookmarks have become increasingly popular. Thus, future research could expand the present findings by manipulating different types of source information (e.g., vested interests, date of creation, or community-ratings) that could also trigger certain expectations regarding a text's quality.

Finally, it should be noted that in line with previous findings (e.g., Otero & Campanario, 1990) students' identification of contradictions in the online science text was suboptimal. Even in the situations that triggered unambiguous quality expectations, after correcting for students' tendency to answer in the positive, students correctly identified only about 30% of the propositions that were constituent of a contradiction. From an educational point of view, these low performances on the Conflict Verification Task are of concern. As failures to identify contradictions in online reading situations may lead to misconceptions in students' learning, the question arises of how to foster students' identification of contradictions in online science texts. As lately proposed by Stadtler et al. (2013, p. 146) this might be

accomplished by interventions educating students “about the uncontrolled publication principle of the Internet” and the heterogeneity of web authors and types of websites, e.g. in terms of their authoritativeness (cf. Mason et al., 2014). More precisely, students could be taught to pay particular attention to potential contradictions in an online text when the text is authored by a layperson, published on a non-authoritative website, or both. Future research should investigate the effectiveness of such interventions.

Despite the addressed limitations we believe that our study provides unique findings about the identification of contradictions within texts about scientific topics that may have both theoretical and educational implications. The uniqueness of our findings follows from the fact that, to the best of our knowledge, apart from the study by Stadtler et al. (2013), this is the only study that examines the influence of source information on the identification of contradictions in online reading situations. Furthermore, our study expands the findings by Stadtler et al. (2013), by introducing the idea of low, high, and ambiguous expectations about the text's quality and by supporting the hypothesis that both high and low expectations (as compared to ambiguous expectations) lead to an increased likelihood to identify contradictions.

6.3 Lässt sich das Erkennen von Widersprüchen in internetbasierten Physiktexten fördern? – Ergebnisse einer Pilotstudie

Autoren: D. Keck, Y. Kammerer & E. Starauschek

Abstract

Da Texte zu physikalischen Themen im Internet teilweise fachliche Fehler enthalten (z.B. Priemer, 2004), stellt das Erkennen von Fehlern einen wichtigen Aspekt der Rezeption internetbasierter Texte dar. Eine für Schüler realisierbare Möglichkeit, Fehler zu entdecken, besteht im Erkennen widersprüchlicher Informationen zu einem Sachverhalt. Untersuchungen zum Textverstehen (z.B. Baker, 1979;) zeigen jedoch, dass Schüler Schwierigkeiten haben, Widersprüche in Texten zu erkennen. Aus physikdidaktischer Perspektive stellt sich daher die Frage, ob sich das Erkennen fachlicher Widersprüche in internetbasierten Physiktexten fördern lässt. In einer Pilotstudie mit Treatment-Kontrollgruppen Design in den Klassenstufen 10 und 11 des Gymnasiums ($N = 177$) wurde untersucht, ob das Erkennen fachlicher Widersprüche durch eine Intervention im Rahmen einer Schulstunde im Physikunterricht beeinflusst werden kann. In dieser Stunde wurde die Qualität von Informationen im Internet zu physikalischen Inhalten thematisiert. Die Ergebnisse zeigen, dass die Schüler der Treatmentgruppe fünf Wochen nach der Intervention signifikant mehr Widersprüche in einem internetbasierten Physiktext erkannten als die Schüler der Kontrollgruppe.

1. Einleitung

Die rasante Entwicklung von Internet- und Kommunikationstechnologien in den beiden letzten Jahrzehnten hat dazu geführt, dass im Internet Informationen zu nahezu jedem Thema zu finden sind. Dies macht das Internet als Informationsmedium für Schüler attraktiv. Die Eigenheiten des Internets – z.B. die enorme Menge an verfügbaren Informationen – erfordern für seine Nutzung jedoch ein gewisses Maß an Informationskompetenz, über welches Schüler nur eingeschränkt verfügen (Zf. in Walraven, Brand-Gruwel & Boshuizen, 2009; 2010). Eine weitere Eigenheit des Internets ist die eingeschränkte institutionelle Kontrolle

von Publikationen (wie z.B. bei Verlags- oder Zeitungsredaktionen üblich). Daher enthalten Informationen im Internet teilweise Fehler. Für die Wissensdomäne Physik finden sich exemplarisch Evidenzen für diese Behauptung (Priemer, 2004; Acar Sesen, 2010; Keck, Sarka & Starauschek, 2013). Da die Rezeption fehlerhafter Informationen zur Entstehung von Misskonzepten beim Lernen führen kann (Acar Sesen, 2010), stellt das Erkennen fehlerhafter Informationen einen wichtigen Aspekt bei der Nutzung des Internets als Informationsmedium dar.

Das Erkennen von Fehlern hängt im Allgemeinen vom Vorwissen eines Nutzers ab. So ist z.B. die Aussage „Der Radius der Erde beträgt 2000 km“ nur dann als fehlerhaft zu erkennen, wenn man weiß, dass der korrekte Wert des Erdradius 6371 km beträgt. Schüler verfügen in der Regel nicht über das notwendige Wissen, da sie dieses erst erwerben. Enthält dieselbe oder eine andere verfügbare Quelle jedoch eine zur obigen Aussage widersprüchliche Aussage (z.B. „Der Radius des Mars beträgt 3390 km und damit ungefähr die Hälfte des Erdradius“), so könnte ein Schüler erkennen, dass sich die beiden Aussagen widersprechen und daraus folgern, dass mindestens eine der Aussagen fehlerhaft ist. Eine realistische Möglichkeit, Fehler zu entdecken, besteht daher im Erkennen widersprüchlicher Informationen zu einem Sachverhalt.

Frühere Untersuchungen zum Textverstehen zeigen jedoch, dass es Schülern häufig nicht gelingt, Widersprüche in Texten zu erkennen (z.B., Baker, 1979; Winograd & Johnston, 1982; Grabe, Antes, Kahn & Kristjanson, 1991). Dies gilt insbesondere für naturwissenschaftliche Texte (Otero & Campanario, 1990) und auch für internetbasierte Physiktexte (Keck, Kammerer & Starauschek, im Druck). Um sich ein Bild zu machen: In der Studie von Otero und Campanario (1990) lasen Schüler der Klassenstufe 10 kurze Textabschnitte, die teilweise textinterne Widersprüche enthielten. Ein Textabschnitt lautete wie folgt (Otero & Campanario, 1990, S. 498; widersprüchliche Informationen unterstrichen):

„Neutrinos are particles with nearly zero mass. Their detection is very difficult because they do not react to magnetic or nuclear forces. In order to detect them a great amount of water is necessary, placed in a deep place underground, where it could be free from other radiations. A great amount of water is necessary because neutrinos seldom interact with matter. Several countries have set up neutrino detectors which will be useful in the future. The great facility with which neutrinos can

be detected makes them very suitable, for example, for the study of several cosmic phenomena“.

Die Studie zeigt, dass die Schüler beachtliche Schwierigkeiten hatten, die Widersprüche zu erkennen: Im Durchschnitt wurden nur 25% der Widersprüche erkannt.

Mit Hinblick auf die Nutzung des Internets als Informationsmedium stellt sich daher aus physikdidaktischer (aber auch domänenunabhängiger) Perspektive folgende Frage: Lässt sich das Erkennen fachlicher Widersprüche in internetbasierten Physiktexten im Rahmen des Physikunterrichts fördern?

2. Theoretischer und empirischer Hintergrund

Gemäß dem Construction-Integration Modell (Kintsch, 1998), einer etablierten Theorie des Textverstehens, erfordert das Erkennen eines Widerspruchs in einem Text die zeitgleiche Aktivierung der beiden widersprüchlichen Aussagen im Arbeitsgedächtnis sowie die Erstellung einer ‚negativen‘ bzw. ‚inhibitorischen‘ Verbindung zwischen diesen (Otero & Kintsch, 1992; Stadtler, Scharrer, Brummernhenrich & Bromme, 2013). Für den Leser bedeutet dies: Zunächst muss er basierend auf der zeitgleichen Aktivierung der widersprüchlichen Aussagen im Arbeitsgedächtnis einen Zusammenbruch der situationsbezogenen Kohärenz (oder in anderen Worten: ein Verständnisproblem beim Lesen) wahrnehmen. Anschließend muss er die objektive Widersprüchlichkeit der Aussagen als Ursache des Kohärenzzusammenbruchs ausmachen. Erst damit ist der textinterne Widerspruch erkannt, und der Leser in der Lage, diesen explizit zu benennen oder anderweitig zu identifizieren.

Das Erkennen von Widersprüchen kann folglich an zwei Stellen scheitern: (1) Werden die widersprüchlichen Aussagen nicht zeitgleich aktiviert, so bricht die situationsbezogene Kohärenz nicht zusammen. Dies geschieht zum Beispiel beim unaufmerksamen Lesen. (2) Es kommt zu einem Kohärenzzusammenbruch, dieser wird jedoch ignoriert oder durch unzulässige Erklärungsstrategien behoben (Otero & Campanario, 1990) – z.B. mit der falschen Annahme, dass eine der widersprüchlichen Aussagen nur in Spezialfällen gültig ist.

Neben dem grundlegenden Prozess des Erkennens eines Widerspruchs sind für die vorliegende Studie Einflussfaktoren von Interesse, die das Erkennen von

Widersprüchen begünstigen. Frühere Forschungsarbeiten zeigen, dass verschiedene Textcharakteristika sowie die Testinstruktion das Erkennen von Widersprüchen beeinflussen. So werden Widersprüche z.B. umso leichter erkannt, je geringer die räumliche Distanz der widersprüchlichen Aussagen im Text ist (Zf. in Baker, 1989). Außerdem zeigen verschiedene Studien, dass ein Vorabinformieren der Untersuchungsteilnehmer über ein mögliches Vorhandensein von Widersprüchen im Text das Erkennen von Widersprüchen unterstützt (Zf. in Garcia-Arista, Campanario & Otero, 1996).

Bei der Rezeption internetbasierter Texte ist außerdem bekannt, dass verschiedene „kontextuelle“ Faktoren das Erkennen von Widersprüchen beeinflussen. Stadtler et al. (2013) zeigen, dass Widersprüche leichter erkannt werden, wenn die widersprüchlichen Aussagen in unterschiedlichen Internetdokumenten statt im gleichen Internetdokument enthalten sind. Dies könnte daran liegen, dass ein Leser bei unterschiedlichen Dokumenten eher bereit ist zu glauben, dass sich diese widersprechen. Keck, Kammerer und Starauschek (im Druck) zeigen ferner, dass bei der Rezeption internetbasierter Physiktexte die Art der Webseite, die den Text enthält, sowie die Expertise des Autors das Erkennen fachlicher Widersprüche beeinflussen. Ein Ergebnis ihrer Studie besagt, dass Schüler mehr Widersprüche erkennen, wenn Autor und Art der Webseite eine niedrige Qualität des Textes implizieren (z.B. Autor: Schüler, Art der Webseite: Diskussionsforum), als wenn Autor und Art der Webseite eine uneindeutige Qualität des Textes (z.B. Autor: Professor, Art der Webseite: Diskussionsforum oder Autor: Schüler, Art der Webseite: Universitätsseite) implizieren. Ähnlich wie bei Stadtler et al. (2013) scheinen Schüler im ersten Fall eher bereit zu glauben, dass der Text fachliche Fehler und daraus resultierende Widersprüche enthält.

Frühere Forschungsarbeiten weisen auf den positiven Einfluss der personenbezogenen Variablen Lesekompetenz (Winograd & Johnston, 1982; August, Flavell & Clift, 1984), Alter (Baker, 1979; Grabe, Antes, Kahn & Kristjanson, 1991) und themenspezifisches Vorwissen (Stadtler et al., 2013) hin. Über einen möglichen Einfluss weiterer personenbezogener Variablen, die in der physikdidaktischen Forschung generell als bedeutsam gelten (wie z.B. das physikalische Selbstkonzept oder das Interesse an Physik), liegen nach unserer Recherche bisher keine empirischen Befunde vor.

Eine Möglichkeit, das Erkennen von Widersprüchen in internetbasierten Physiktexten zu fördern, besteht demnach in der Steigerung des physikalischen (Vor-)Wissens bzw. der Lesekompetenz. Diese Einflussvariablen bringen in der Regel umfangreiche und aufwändige Interventionen mit sich. Es stellt sich daher die Frage nach kurzen, schwachen Interventionen, die sich leichter im Physikunterricht implementieren lassen. Eine vielversprechende Möglichkeit in dieser Hinsicht nennen Stadtler et al. (2013, S.146): „One way (...) could be to alert learners to the existence of flawed information provisions on the Internet. Potential interventions could accomplish a higher sensitivity towards conflicting information by educating readers about the uncontrolled publication principle of the Internet and the corresponding presence of non-expert authors“. Eine derartige unterrichtsbezogene Intervention über die Qualität von Informationen im Internet könnte das Erkennen von Widersprüchen auf zweifache Weise fördern: Zum einen wird auf der Metaebene gezeigt, dass Texte im Internet Fehler enthalten können, die sich über Widersprüche erkennen lassen. Dies sollte eine externe Attribuierung etwaiger Zusammenbrüche der situationsbezogenen Kohärenz beim Lesen internetbasierter Texte begünstigen. Verständnisproblemen sollten nach einer Reflexion möglicher Widersprüche also eher ursächlich dem Text zugeordnet werden. Zum anderen wird auf die Notwendigkeit hingewiesen, internetbasierte Texte aufmerksam und kritisch zu lesen. Dies sollte das Erkennen von Widersprüchen zusätzlich begünstigen.

Nach unseren Recherchen wurde eine derartige unterrichtsbezogene Interventionsmaßnahme bisher nicht erprobt. Zwar finden sich neben umfangreichen Trainings zur Informationssuche und Informationsbewertung im Internet, die den kompletten Prozess einer Webrecherche von der Definition eines Informationsproblems bis zur Lösung des Problems adressieren (z.B. Walraven, Brand-Gruwel & Boshuizen, 2013) und sich oftmals über ein ganzes Schuljahr erstrecken, in letzter Zeit auch einige Kurzinterventionen, die spezifisch die Quellenbewertung beim Lesen von Web-Dokumenten adressieren (z.B. Braasch, Bråten, Strømsø, Anmarkrud & Ferguson 2013; Mason, Junyent & Tornatora, 2014). Diese Interventionsstudien haben jedoch nicht das Erkennen von Widersprüchen getestet. Damit liegen noch keine empirischen Evidenzen über die Wirksamkeit unterrichtsbezogener Interventionsmaßnahmen in Bezug auf das Erkennen fachlicher Widersprüche vor, weder in der Domäne Physik noch in anderen

Domänen. Die vorliegende Pilotstudie soll daher einen ersten Beitrag zur Entwicklung eines entsprechenden Forschungsstands liefern

3. Forschungsfrage und Hypothese

Aus dem Stand der Forschung und dem beschriebenen theoretischen Modell ergeben sich folgende Forschungsfrage und Hypothese:

Forschungsfrage: Lässt sich das Erkennen fachlicher Widersprüche in internetbasierten Physiktexten durch eine schwache Intervention (eine Unterrichtsstunde über die Qualität von Informationen im Internet) fördern?

Hypothese: Schüler der Treatmentgruppe erkennen nach der Intervention mehr fachliche Widersprüche in internetbasierten Physiktexten als Schüler einer Kontrollgruppe ohne Intervention.

4. Methode

4.1 Stichprobe

An der Studie nahmen zwei elfte und vier zehnte Klassen eines technischen Gymnasiums und zwei zehnte Klassen eines allgemeinbildenden Gymnasiums aus Baden-Württemberg teil. Die Klassen wurden durch Anfragen bei Lehrern der Klassen rekrutiert. Insgesamt bestand die Stichprobe aus $N = 177$ Schülern (20% weiblich, 80% männlich). Die Schüler waren zum Zeitpunkt der Untersuchung durchschnittlich 16,7 Jahre alt ($SD = 1,3$ Jahre).

4.2 Design

Das Design der Pilotstudie entsprach einem quasiexperimentellen Treatment-Kontrollgruppen Design mit verzögertem Post-Test. Treatment- und Kontrollgruppe bestanden jeweils aus einer elften und zwei zehnten Klassen des technischen Gymnasiums sowie einer zehnten Klasse des allgemeinbildenden Gymnasiums, die auf Klassenebene zufällig zu Treatment- und Kontrollgruppe zugewiesen wurden. Auf eine vollständig randomisierte Zuteilung der Schüler zu den Gruppen wurde auf Grund des Pilotstudiencharakters der Untersuchung verzichtet. Jedoch wurden Kontrollvariablen erhoben.

In diesem Design sollte untersucht werden, ob eine Unterrichtsstunde über die Qualität von Informationen im Internet (unabhängige Variable, vgl. 4.3) das Erkennen fachlicher Widersprüche in internetbasierten Physiktexten (abhängige Variable, Erfassung mit Conflict Verification Task, vgl. 4.4) unterstützt. Diese positive Wirkung sollte sich beim Lesen eines internetbasierten Physiktexts mit fachlichen Widersprüchen im Rahmen eines verzögerten Post-Tests (5 Wochen nach der Intervention) zeigen: Die Schüler der Treatmentklassen sollten mehr Widersprüche als die Schüler der Kontrollklassen erkennen.

Hierzu zwei Anmerkungen: (1) Die Durchführung eines Designs mit Pre-, Post- und Follow up-Test war auf Grund des Messinstrumentes zur Erfassung der Erkennensleistung für Widersprüche in Texten nicht möglich (vgl. 4.4): Durch einen Pretest besteht die Gefahr, dass die Schüler bei einer wiederholten Testung bereits wissen, worauf sie bei der Rezeption des Textes „wirklich“ achten sollen und ihr Leseverhalten entsprechend verändern. (2) Mit ‚Erkennen von Widersprüchen‘ ist das eigeninitiative Erkennen von Widersprüchen gemeint. Das bedeutet: Die Schüler werden nicht explizit oder implizit zum Suchen von Widersprüchen aufgefordert. Entsprechend wurden Studie und Post-Test so durchgeführt, dass die Schüler nicht wussten, dass das Erkennen fachlicher Widersprüche gemessen wird (vgl. 4.5).

4.3 Intervention

Die Unterrichtsstunde wurde von einem Experten (Physiklehrer) entworfen. Der Einstieg der Stunde erfolgte mit dem Lesen eines physikalischen Sachtextes (Thema: Was ist eigentlich ein Magnet?) – die Schüler lasen den Text in Einzelarbeit.⁹ Der Text war im Wesentlichen dem Internet entnommen und enthielt verschiedene fehlerhafte und widersprüchliche Informationen. Die Schüler lasen nach Aufforderung den Text für sich, um sich über das Phänomen Magnetismus zu informieren. Hinweise auf fachliche Fehler und Widersprüche erfolgten zunächst nicht. Nach dem Lesen stellte der Lehrer im Unterrichtsgespräch solange inhaltsbezogene Fragen zum Text bis ein Schüler die Fehlerhaftigkeit oder Widersprüchlichkeit einer Textpassage erwähnte.

⁹ Der Text bestand aus 14 Sätzen bzw. 184 Wörtern und wies eine für die Schüler angemessene Lesbarkeit auf (4. Wiener Sachtextformel: 9, Flesch-Index nach Amstad (1978): 54). Nach dem Stichwortverzeichnis des Physiklehrbuches *Halliday Physik* (Halliday, 2009) enthielt der Text acht physikalische Fachwörter.

Daraufhin erhielten alle Schüler den Arbeitsauftrag, den Text erneut in Einzelarbeit zu lesen und dieses Mal explizit nach Fehlern und Widersprüchen zu suchen. Nach dem erneuten Lesen wurden im Unterrichtsgespräch alle Fehler und Widersprüche des Textes besprochen. Dabei wurden die Fehler und Widersprüche nicht nur aufgezeigt, sondern auch geklärt, d.h. eine Benennung und Explizierung der Fehler bzw. Widersprüche sowie die Angabe einer korrekten Formulierung vorgenommen.

Anschließend wurde im Unterrichtsgespräch die Frage aufgeworfen, warum der Text Fehler und Widersprüche enthält. Anhand der Quellenangabe erkannten die Schüler, dass der Text aus dem Internet stammte, und gaben diesen Sachverhalt als Begründung für seine mangelhafte Qualität an. Das Unterrichtsgespräch zielte auf die folgenden Ursachen für die teilweise schlechte Qualität von Informationen im Internet ab: (1) Informationen im Internet unterliegen – anders als z.B. Informationen in Printmedien – keinen verbindlichen Qualitätskontrollen. (2) Laien sind heutzutage häufig die Autoren von Beiträgen im Internet. Dies gilt insbesondere für Web 2.0-Anwendungen und wirkt sich insgesamt negativ auf die fachliche Qualität von Internetinformationen aus.

In Partnerarbeit erarbeiteten die Schüler daraufhin Vorschläge, wie man der Qualitätsproblematik des Internets adäquat begegnen kann. Der konkrete Arbeitsauftrag bestand darin, Antworten auf die folgenden Fragen zu finden: (1) Wie lässt sich die Richtigkeit der Informationen überprüfen? (2) Wie lässt sich die Vertrauenswürdigkeit einer Webseite einschätzen? Die Partnerarbeit ergab die folgenden Vorschläge der Schüler, deren Sammlung im Rahmen eines Unterrichtsgesprächs an der Tafel erfolgte. Als Antworten auf Frage (1) wurden (mindestens) die folgenden Strategien fixiert: (1a) Vergleich mehrerer Webseiten. (1b) Vergleich mit Informationen aus anderen Medien (z.B. Schulbuch). (1c) Informationen bewusst kritisch und aufmerksam lesen, d.h. nach Fehlern und Widersprüchen suchen. Als Antworten auf Frage (2) wurden (mindestens) die folgenden Kriterien fixiert: (2a) Autor der Informationen, z.B. über welche Expertise verfügt der Autor? (2b) Art der Webseite, z.B. welche Institution betreibt die Webseite? Handelt es sich um eine Web 2.0-Anwendung? (2c) Zweck der Webseite, z.B. handelt es sich um Werbung? Soll eine gewisse Meinung vertreten werden? (2d) Aktualität, z.B. sind die dargebotenen Informationen aktuell? Wann wurde die Webseite das letzte Mal überarbeitet? Die aufgeführten Strategien und Kriterien

basieren auf Merkmalen, die allgemein als Indikatoren für die Qualität von Internetinformationen angesehen werden (vgl. z.B. Tate, 2010).

Zur Übung und Festigung des Stundeninhalts bearbeiteten die Schüler am Ende der Stunde ein Arbeitsblatt mit zwei Übungsaufgaben: Im Rahmen der ersten Aufgabe bewerteten die Schüler in Partnerarbeit und mit Hilfe der im Unterrichtsverlauf erarbeiteten heuristischen Methoden die Vertrauenswürdigkeit verschiedener Internetseiten. Die zweite Aufgabe trainierte das Erkennen fehlerhafter bzw. widersprüchlicher Informationen. Die Schüler prüften verschiedene physikalische Aussagen auf ihre fachliche Richtigkeit und Widerspruchsfreiheit.

4.4 Messinstrumente

4.4.1 Abhängige Variable

Die abhängige Variable (Erkennen fachlicher Widersprüche in einem internetbasierten Text) wurde in einem zweischrittigen Verfahren erfasst: Zunächst lasen die Schüler einen internetbasierten Physiktext, der verschiedene fachliche Widersprüche enthielt. Anschließend wurde die Erkennensleistung für die im Text enthaltenen Widersprüche mit einem Conflict Verification Task nach Stadtler et al. (2013) gemessen.

Text: Für die Erstellung des Texts wurde ein Internetartikel zum Thema Aufbau und Funktionsweise von Windkraftanlagen verwendet.¹⁰ Der Text gliedert sich in fünf Abschnitte und behandelt verschiedene Aspekte von Windkraftanlagen: Im ersten Abschnitt wird beschrieben, welchen Energieumwandlungsprozess eine Windkraftanlage durchführt. Der zweite Abschnitt stellt die historische Nutzung von Windkraftanlagen dar. Der dritte Abschnitt informiert über Aufbau, technische Funktionsweise und Leistung eines Windrades. Der vierte Abschnitt vergleicht den Wirkungsgrad von Windkraftanlagen mit dem Wirkungsgrad eines Kernkraftwerks. Der letzte Abschnitt zeichnet ein Bild der weltweiten Nutzung von Windkraftanlagen. In diesen Text wurden vier fachliche Widersprüche eingefügt. Eine der widersprüchlichen Textpassagen lautet wie folgt (widersprüchliche Aussagen unterstrichen):

¹⁰

www.schuelerlexikon.de/SID/8d0d2b2afc1b618d80deb7f2498f6019/lexika/physik/cont/cont0400/cont0465/full.htm

„Der Wirkungsgrad von Kernkraftwerken liegt bei etwa 35%. Der Wirkungsgrad von Windkraftanlagen ist im Vergleich dazu deutlich niedriger. Moderne Windkraftanlagen erreichen einen Wirkungsgrad zwischen 40% und 45%. Da die Technik weitgehend ausgereift ist, sind beim Wirkungsgrad von Windkraftanlagen kaum noch Steigerungen zu erwarten.“

Der manipulierte Text besteht aus 32 Sätzen und 417 Wörtern. Die Berechnung der 4. Wiener Sachtextformel ergab einen Wert von 10, womit der Text bei allen Einschränkungen der Vorhersagekraft von Sachtextformeln eine für die Probanden (Klassenstufen 10 und 11) angemessene Lesbarkeit aufweist. Die Berechnung des Flesch-Index (Amstad, 1978) ergab einen Wert von 50: Der Text gilt damit als mittelschwer-verständlich. Nach dem Stichwortverzeichnis des Physiklehrbuches Halliday Physik (Halliday, 2009) enthält der Text sieben physikalische Fachwörter.

Der Text wurde den Schülern als Dialog aus einem Physik-Internetforum präsentiert. Der Dialog bestand aus Fragebeiträgen einer anonymen Person zu den verschiedenen Aspekten von Windkraftanlagen (Energieumwandlungsprozess, historische Nutzung, etc.) und Antwortbeiträgen eines Schülers. Die Antwortbeiträge des Schülers enthielten den manipulierten Text. Die Identifizierung des Autors der Antwortbeiträge als Schüler wurde durch das dargestellte Nutzerprofil ermöglicht.

Conflict Verification Task: Wie oben angedeutet erfasst ein Conflict Verification Task (CVT) nach Stadtler et al. (2013) die Erkennensleistung der im Text enthaltenen Widersprüche quantitativ. Im Folgenden wird die Methode des CVT kurz beschrieben. Eine ausführliche Beschreibung findet sich in Stadtler et al. (2013). Um zu diagnostizieren, dass ein Schüler einen Widerspruch erkannt hat, muss gezeigt werden, dass er sich erstens an die widersprüchlichen Aussagen erinnert und diese zweitens auch als zueinander widersprüchlich erkannt hat. Die einzelnen Items des CVT bestehen daher jeweils aus einer vorgegebenen Aussage und zwei Fragen: Bei der ersten Frage muss entschieden werden, ob die vorgegebene Aussage im gelesenen Text enthalten ist. Bei der zweiten Frage ist zu entscheiden, ob der gelesene Text eine zu der vorgegebenen Aussage widersprüchliche Aussage enthält. Beide Fragen sind in einem Forced-Choice Format mit *Ja* oder *Nein* zu beantworten.

Insgesamt enthält der CVT 20 Items: (1) Acht Attractor-Items: Hier werden Aussagen aus dem Text vorgegeben, die Bestandteil eines Widerspruchs sind. Die folgende Abbildung zeigt als Beispiel ein Attractor-Item, das sich auf die obige widersprüchliche Textpassage bezieht.

Abbildung 4: Beispiel eines Attractor-Items

12	Der Wirkungsgrad von Windkraftanlagen ist wesentlich niedriger als der Wirkungsgrad von Kernkraftwerken.		
12a	Enthielt der Text (sinngemäß) diese Information?	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
12b	Enthielt der Text eine Information (z.B. andere Aussage oder Abbildung), die mit der Vorgegebenen unvereinbar ist bzw. dieser widerspricht?	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>

(2) Acht Uncritical-Items: Hier werden Aussagen vorgegeben, die im Text enthalten, jedoch zu keiner anderen Aussage des Textes widersprüchlich sind. (3) Vier Filler-Items: Hier werden Aussagen vorgegeben, die nicht im Text enthalten und zu keiner Aussage des Textes widersprüchlich sind.

Der Score errechnet sich für jeden Schüler als Anteil der Attractor-Items, bei denen die Aussage korrekterweise als Bestandteil eines Widerspruchs erkannt wurde (Antwortkombination *Ja/Ja*), minus Anteil der Uncritical-Items, bei denen die Aussage fälschlicherweise als Bestandteil eines Widerspruchs erkannt wurde (Antwortkombination *Ja/Ja*). Der Wertebereich des CVT-Scores liegt damit im Intervall [-1; 1]. "In general, the CVT score can be interpreted as the proportion of text paraphrases correctly verified as conflicting and then corrected for an individual's (...) tendency to answer in the positive" (Stadtler et al., 2013, S.138). Die Korrektur stellt eine sinnvolle Maßnahme dar, da Grabe et al. (1991) zeigen, dass Schüler eine gewisse „Zustimmungstendenz“ zeigen, wenn sie entscheiden müssen, ob vorgegebene Textpassagen Widersprüche enthalten. Als Maß für die interne Konsistenz des CVT ist Cronbachs α mit $\alpha = .63$ für eine erste Pilotstudie ausreichend.

4.4.2 Kontrollvariablen

Als Kontrollvariablen dienten verschiedene personenbezogene Variablen, die nach dem Stand der Forschung das Erkennen von Widersprüchen beeinflussen, oder Variablen, die sich in der physikdidaktischen Forschung als relevant für den Lernerfolg gezeigt haben. Auf eine Messung der Intelligenz wurde aus erhebungsökonomischen Gründen verzichtet. Die Kontrollvariablen sind: (1) Lesegeschwindigkeit und Leseverständnis mit LGVT 6-12 (Schneider, Schlagmüller & Ennemoser, 2007), (2) Vorwissen zum Thema Elektrische Energie und Leistung (Geller, Neumann & Fischer, 2010; 18 Items, $\alpha = .70$, mittlere Trennschärfe der Items .28, alle Itemschwierigkeiten zwischen 40% und 98%), (3) physikspezifisches Selbstkonzept (Helmke, 1992; 6 Items, $\alpha = .88$), (4) physikspezifische Selbstwirksamkeitserwartung (Jerusalem & Satow, 1999; 7 Items, $\alpha = .85$), (5) physikspezifische Motivation (Fuß, 2006; 6 Items, $\alpha = .88$) und (6) physikspezifisches Interesse (Fuß, 2006; 3 Items, $\alpha = .86$). Die komplexen Konstrukte von Interesse und Motivation sind verkürzt operationalisiert und stellen daher nur Indikatoren dar.

Außerdem wurde mit einem dichotomen Item (Ja oder Nein) erfragt, ob die Schüler bereits zu einem früheren Zeitpunkt in einem anderen Unterrichtsfach als Physik über Kriterien und Möglichkeiten unterrichtet wurden, die bei der Nutzung und der Bewertung der Informationsquelle Internet zu beachten sind.

4.5 Ablauf der Studie

Die Studie wurde im Zeitraum Juni bis November 2013 durchgeführt. Um Versuchsleitereffekte zu vermeiden, führte der jeweilige Fachlehrer die Intervention im regulären Physikunterricht durch. Die Fachlehrer erhielten im Vorfeld einen schriftlichen Stundenentwurf und wurden durch den Versuchsleiter vor Durchführung des Unterrichts geschult.¹¹ Bei der Durchführung der Unterrichtsstunde waren die Schüler nicht darüber informiert, dass es sich hierbei um die Intervention einer empirischen Studie handelt. Durch diese Maßnahme sollte verhindert werden, dass die Schüler zum Zeitpunkt des Post-Tests wussten, dass es beim Lesen des internetbasierten Textes um das Erkennen von fehlerhaften bzw. widersprüchlichen Informationen geht. Entsprechend dem Stand der Forschung hätte ein derartiges

¹¹ Der Stundenentwurf beinhaltet eine Auflistung der konkreten Unterrichtsziele, eine tabellarische Darstellung des zeitlichen Stundenverlaufs, eine ausführliche Beschreibung des Stundenverlaufs und des Unterrichtsmaterials.

Vorabinformieren die Erkennensleistung der Schüler für Widersprüche beeinflussen können (vgl. Garcia-Arista et al., 1996).

Fünf Wochen nach Durchführung der Intervention führte der Versuchsleiter in den Treatment- und Kontrollklassen den Post-Test durch.¹² Hierbei erhielten die Schüler ein ausgedrucktes Bildschirmfoto des erstellten Internetforen-Diialogs. Die Schüler wurden angewiesen sich mit Hilfe dieses Dialogs auf ein fiktives Referat über das Thema Windkraftanlagen vorzubereiten. Das eigentliche Ziel der Testung (Messung der Erkennensleistung für fachliche Widersprüche) wurde den Schülern also zunächst nicht mitgeteilt, um ihr Leseverhalten nicht zu beeinflussen. Für die Vorbereitung hatten die Schüler acht Minuten Zeit. Die Schüler erhielten dabei die Möglichkeit Notizen zum gelesenen Text anzufertigen. Nach Ablauf der Vorbereitungszeit bearbeiteten die Schüler den Conflict Verification Task. Zusätzlich wurden die Kontrollvariablen erhoben.

Nach Beendigung der Datenerhebung wurden die Schüler über das Forschungsanliegen sowie die im Internetforen-Dialog enthaltenen Widersprüche aufgeklärt. Die Interventionsstunde wurde den Lehrern der Kontrollklassen nach der Studie zur Verfügung gestellt.

5. Ergebnisse

5.1 Kontrollvariablen und Vergleichbarkeit von Treatment- und Kontrollgruppe

Zur Beurteilung der Vergleichbarkeit von Treatment- und Kontrollgruppe wurde mit t-Tests untersucht, ob sich die beiden Gruppen bezüglich der erhobenen Kontrollvariablen unterscheiden. Tabelle 1 zeigt die Werte der Kontrollvariablen für Treatment- und Kontrollgruppe.

¹² Die Teilnahme der Schüler war freiwillig, die Eltern wurden im Vorfeld der Datenerhebung um ihr Einverständnis gebeten. Den Schülern und Eltern wurde im Vorfeld der Studie allerdings nicht explizit mitgeteilt, dass das Erkennen von Widersprüchen in internetbasierten Physiktexten gemessen wird. Stattdessen wurde eine allgemeine Formulierung benutzt: Es soll eine Studie zum „schulischen und außerschulischen Physiklernen“ durchgeführt werden.

Tabelle 1: Mittelwerte, Standardabweichungen und t-Tests (für unabhängige Stichproben) der Kontrollvariablen zum Vergleich von Treatment- und Kontrollgruppe

Variable	Treatmentgruppe (n = 89)		Kontrollgruppe (n = 88)		t	p
	M	SD	M	SD		
physikspez. Interesse ^a	2,5	0,8	2,7	0,8	1.976*	.050
themenspez. Vorwissen ^b	11,1	3,3	11,2	3,3	0.187	.852
physikspez. Motivation ^a	2,6	0,7	2,7	0,6	0.689	.492
physikspez. Selbstwirksamkeits- erwartung ^a	2,5	0,6	2,7	0,6	1.477	.141
physikspez. Selbstkonzept ^a	2,8	0,7	3,0	0,7	1.201	.231
Leseverständnis ^c	15,0	5,2	15,4	7,4	0.489	.625
Lese- geschwindigkeit ^d	728,6	172,0	845,5	260,6	3.476***	.001
^a auf einer Skala von 1 bis 4 ^b auf einer Skala von 0 bis 18			^c auf einer Skala von -23 bis 46 ^d auf einer Skala von 0 bis 1727			
*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$						

Treatment- und Kontrollgruppe können – bis auf die Variablen physikspezifisches Interesse und Lesegeschwindigkeit bezüglich derer die Kontrollgruppe der Treatmentgruppe signifikant überlegen ist – als vergleichbar angesehen werden können. Tabelle 2 zeigt weiter, dass die Variablen themenspezifisches Vorwissen, Leserverständnis, physikspezifisches Interesse, physikspezifische Motivation, physikspezifisches Selbstkonzept und physikspezifische Selbstwirksamkeitserwartung mit der abhängigen Variablen signifikant korrelieren – nicht jedoch die Variable Lesegeschwindigkeit ($r = .113$, $p = .137$).

Tabelle 2: Signifikante bivariate Korrelationen (nach Pearson) der Kontrollvariablen mit dem CVT-Score

	physik-spez. Interesse	themenspez. Vorwissen	physik-spez. Motivation	physik-spez. Selbstkonzept	physikspez. Selbstwirksamkeitserwartung	Leseverständnis
<i>r</i>	.416***	.391***	.389***	.375***	.293***	.189*
*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$						

Somit stellt lediglich der Unterschied im physikspezifischen Interesse eine relevante Einschränkung der Vergleichbarkeit der Gruppen dar. In den weiteren Auswertungen wurde diese Variable daher in der Varianzanalyse als Kovariate berücksichtigt.

Die Auswertung des zusätzlichen dichotomen Items zeigt, dass 72% der Schüler der Treatmentgruppe sowie 92% der Schüler der Kontrollgruppe angaben, bereits zu einem früheren Zeitpunkt in einem anderen Unterrichtsfach als Physik über Kriterien und Möglichkeiten unterrichtet worden zu sein, die bei der Nutzung und der Bewertung der Informationsquelle Internet zu beachten sind. Dies stellt – neben dem Unterschied im physikspezifischen Interesse – einen weiteren „Vorteil“ zugunsten der Kontrollgruppe dar. Dieser kann jedoch vernachlässigt werden, da sich auch hier keine signifikante (punktbiserale) Korrelation mit der abhängigen Variablen zeigt ($r_{pb} = -.042$, $p = .577$).

5.2 Conflict Verification Task

Entsprechend der Forschungshypothese sollten die Schüler der Treatment-Klassen im verzögerten Post-Test mehr Widersprüche als die Schüler der Kontrollklassen erkennen. Tabelle 3 zeigt die um die Kovariate Interesse korrigierten mittleren CVT-Scores der Treatment- und Kontrollgruppe sowie die zugehörigen Standardfehler.

Tabelle 3: Mittlere CVT-Scores und Standardfehler (um Interesse korrigiert)

Variable	Treatmentgruppe (n = 89)		Kontrollgruppe (n = 88)	
	M	SE	M	SE
CVT-Score ^a	0,39	0,30	0,29	0,31
^a Wertebereich [-1;1]				

Hypothesenkonform erzielten die Schüler der Treatmentgruppe einen höheren mittleren CVT-Score als die Schüler der Kontrollgruppe. Die Überprüfung der Signifikanz dieses Unterschieds erfolgte mittels Kovarianzanalyse (ANCOVA) mit dem physikspezifischen Interesse als Kovariate. Die Ergebnisse zeigen, dass der in der Stichprobe vorhandene Mittelwertunterschied bei Kontrolle des physikspezifischen Interesses statistisch signifikant ist: $F(1, 174) = 4.94$, $p = .028$, partielles $\eta^2 = .03$. Der Unterschied entspricht einem kleinen Effekt, der für den Wertebereich $.01 < \text{partielles } \eta^2 < .06$ angenommen werden kann.

6. Diskussion

Lässt sich das Erkennen fachlicher Widersprüche in internetbasierten Physiktexten durch eine Unterrichtsstunde über die Qualität von Informationen im Internet fördern? Um diese Forschungsfrage zu beantworten wurde eine quasiexperimentelle Pilotstudie im Treatment-Kontrollgruppen-Design durchgeführt. Vor Darstellung der Ergebnisse sei angemerkt, dass der Pilotstudiencharakter und einige damit einhergehende Untersuchungsgegebenheiten die Aussagekraft der Studie einschränken: (1) Die Stichprobe enthielt überproportional viele Jungen. Auch wenn es wenig plausibel erscheint: Die Möglichkeit eines Gendereffekts besteht. (2) Um Klasseneffekte auszuschließen, müsste eine Mehrebenenanalyse mit dem entsprechenden Erhebungsaufwand durchgeführt werden. Hier wären Implementationsfragen zu klären, etwa die Schulung der Lehrpersonen. (3) Treatment- und Kontrollgruppe waren bezüglich ihres physikspezifischen Interesses nicht vergleichbar. Die Schüler der Kontrollgruppe wiesen im Mittel ein stärker ausgeprägtes Interesse auf. Daher musste diese Variable im Rahmen der statistischen Auswertung als Kovariate berücksichtigt werden. Durch eine

Vergrößerung des Stichprobenumfangs könnte auch diese Kontrollvariable konstant gehalten werden. (4) Auf eine Messung der Intelligenz oder der Internetgewohnheiten der Schüler wurde aus erhebungsökonomischen Gründen verzichtet. Auch diese Variablen könnten einen Einfluss haben. (5) Einflüsse könnten sich auch in der Unterrichtsqualität zeigen; auch aus diesem Grund sind eine Verbreiterung der Datenbasis und eine mehrbenenanalytisches Design wünschenswert. Mit den genannten Einschränkungen sollten die nachfolgend dargestellten Ergebnisse als erste Evidenzen angesehen und in weiteren Untersuchungen überprüft werden.

Als zentrales Ergebnis der Pilotstudie zeigt sich, dass die Schüler der Treatmentklassen im Post-Test hypothesenkonform eine signifikant höhere Erkennensleistung für fachliche Widersprüche erzielen als die Schüler der Kontrollklassen; wenn auch mit einem kleinen Effekt. Dieses Resultat kann als erste Evidenz für die prinzipielle Möglichkeit und Wirksamkeit von Interventionen angesehen werden: Eine Unterrichtsstunde über die Qualität von Informationen im Internet scheint das Erkennen fachlicher Widersprüche zu fördern. Für die Plausibilität dieses Resultats spricht dabei, dass es im Einklang mit bisherigen Forschungsbefunden steht, die zeigen, dass eine „Warnung“ vor möglichen Widersprüche deren Erkennen fördert (Zf. in Garcia-Arista et al., 1996). Außerdem zeigt der zeitlich verzögerte Post-Test eine Langzeit-Wirkung einer schwachen Intervention auf das Erkennen von Widersprüchen. Über den bisherigen Forschungsstand hinausgehend zeigen unsere Ergebnisse damit, dass eine geeignete „Warnung“ das Erkennen von Widersprüchen auch langfristig fördern kann.

Aus unterrichtspraktischer Sicht ist dabei bedeutsam, dass die erprobte, sehr schwache Intervention gegenüber anderen aufwendigen Maßnahmen (wie z.B. eine Steigerung der Lesekompetenz) eine im Physikunterricht leicht umsetzbare Möglichkeit darstellt, um das Erkennen fachlicher Widersprüche in internetbasierten Physiktexten zu fördern. Zeitlicher und materieller Aufwand zur Durchführung der Unterrichtsstunde scheinen im Vergleich zum Ertrag vertretbar. Damit kann auch der kleine Effekt als relevant eingeschätzt werden.

Als „Nebenergebnis“ zeigt unsere Studie alte und neue Faktoren auf, die das Erkennen fachlicher Widersprüche beeinflussen. Erwartungsgemäß findet sich eine signifikante Korrelation der Erkennensleistung für Widersprüche in internetbasierten

Texten mit den Variablen themenspezifisches Vorwissen und Leserverständnis. Dies bestätigt bisherige Forschungsbefunde (Winograd & Johnston, 1982; August, Flavell & Clift, 1984; Stadtler et al., 2013) und spricht für die Validität der Messung und die Plausibilität des Ergebnisses. Darüber hinaus zeigen sich signifikante Zusammenhänge mit den Variablen Interesse, Motivation, Selbstkonzept und Selbstwirksamkeitserwartung, die sich in der bisherigen Forschung nicht finden. Dies weist auf eine Vielzahl weiterer Möglichkeiten hin, wie sich die Erkennensleistung für Widersprüche im Physikunterricht positiv beeinflussen lässt. Einem bezüglich der Wissensvermittlung gelingenden Physikunterricht, der überdies versucht Interesse, Motivation, Selbstkonzept und Selbstwirksamkeitserwartung zu fördern, käme damit eine besondere Bedeutung zu.

Aus physik- und fachdidaktischer Perspektive ergeben sich aus unserer Studie verschiedene Anschlussfragen: (1) Führt ein wiederholtes Aufgreifen der Frage über die Qualität von Informationen im Internet im Physikunterricht zu größeren Effekten? (2) Treten domänenspezifische Effekte auf oder lässt sich ein Transfer zwischen verschiedenen Unterrichtsfächern beobachten? (3) Erbringt fächerübergreifend koordinierter Unterricht zur Qualität von Informationen im Internet einen nachhaltigen schulischen Beitrag zur medienpädagogischen Bildung von Kindern und Jugendlichen? Unserer Einschätzung nach zeigt sich hier ein breiter Forschungsbedarf mit fachdidaktischen Anteilen.

7. Zusammenfassung der Ergebnisse

Studie zur Nutzung von Physik-Internetforen: Die Ergebnisse der kategorialen Analyse zeigen, dass die Beiträge in Physik-Internetforen fachlich überwiegend richtig sind. Physik-Internetforen enthalten folglich fehlerhafte Aussagen, jedoch scheint das Ausmaß fehlerhafter Informationen in physikbezogenen Internetinhalten geringer als im Vorfeld anzunehmen war. Weiterhin zeigen die Ergebnisse, dass Physik-Internetforen keine Komplettlösungen, sondern „Hilfe zur Selbsthilfe“ in Form von Lösungshinweisen anbieten. Dies lässt eine Unterstützung des Wissenserwerbs durch die Nutzung von Physik-Internetforen möglich erscheinen. Mit den Ergebnissen der Onlineumfrage lassen sich Schüler, die Physik-Internetforen verwenden, explorativ in zwei Nutzertypen einteilen: In pragmatische Wenignutzer, die Hilfe bei den Hausaufgaben suchen, und in physikinteressierte Vielnutzer, die Hilfen geben. Die Mehrheit der Schüler (ca. vier Fünftel) gehört dem ersten Nutzertyp an.

Studie zur Beeinflussung des Erkennens von Widersprüchen durch „äußere“ Faktoren der Webseite: Die Ergebnisse zeigen, dass sich die mittleren Erkennensleistungen der Schüler für fachliche Widersprüche in internetbasierten Physiktexten in den unterschiedlichen Experimentalbedingungen erwartungskonform unterscheiden. Sie können daher als erste Evidenzen zur Bestätigung der formulierten Hypothesen angesehen werden: Angaben über den Autor und die Art der Webseite, die eine hohe oder eine niedrige Qualität des Texts induzieren, führen zu einer höheren Erkennensleistung als Angaben, die eine uneindeutige Qualität des Texts induzieren.

Studie zur Förderung des Erkennens fachlicher Widersprüche im Rahmen des Physikunterrichts: Die Ergebnisse zeigen, dass die Schüler der Treatmentklassen nach der Intervention im Post-Test hypothesenkonform eine signifikant höhere Erkennensleistung für fachliche Widersprüche in internetbasierten Physiktexten erzielen als die Schüler der Kontrollklassen ohne Intervention. Dieses Resultat kann als erste Evidenz für die prinzipielle Möglichkeit und Wirksamkeit von Interventionen angesehen werden: Eine Unterrichtsstunde im regulären Physikunterricht über die Qualität von Informationen im Internet scheint das Erkennen fachlicher Widersprüche zu fördern.

8. Diskussion

Nachfolgend werden zunächst die Ergebnisse der durchgeführten Studien in Kapitel 8.1 vor dem Hintergrund des in Kapitel 2 aufgezeigten Forschungsbedarfs diskutiert und interpretiert. Anschließend werden die in den einzelnen Artikeln aufgezeigten Grenzen der Untersuchungen in Kapitel 8.2 durch eine Darlegung weiterer einschränkenden Aspekte ergänzt. Kapitel 8.3 weist schließlich auf weiteren Forschungsbedarf hin, der aus der vorliegenden Arbeit und deren Ergebnissen resultiert.

8.1 Diskussion der Ergebnisse

In Kapitel 2 wurde aufgezeigt, dass bezüglich des Internets aus physikdidaktischer Perspektive ein zweifacher Forschungsbedarf besteht: Zum einen stellen sich Fragen zum Internetnutzungsverhalten der Schüler, zum anderen resultieren Fragen aus der Tatsache, dass das Internet teilweise fehlerhafte Informationen enthält. Welche Beiträge liefern die Ergebnisse der einzelnen Studien hinsichtlich dieser beiden Fragekomplexe?

Hinsichtlich des Internetnutzungsverhaltens von Schülern liefert die Studie zur Nutzung von Physik-Internetforen zum einen erste, evidenzbasierte Hypothesen, wie und wozu Schüler speziell diese etablierte Art von Internetanwendungen zum Physiklernen nutzen. Außerdem liefert sie erste Erkenntnisse zu den Inhalten sowie zu der fachlichen Qualität in Physik-Internetforen. Zum anderen können ihre Ergebnisse als erste orientierende Hinweise dienen, wie Internetanwendungen, die auf gleichen oder ähnlichen Funktionsweisen basieren (z.B. themenunabhängige Internetforen oder Social Media), beim Physiklernen genutzt werden. So ist z.B. die Annahme plausibel, dass auch derartige Internetanwendungen von Schülern überwiegend pragmatisch zur Suche nach Hilfe bei Hausaufgaben genutzt werden. Die Übertragbarkeit der Resultate wird dabei einerseits durch die Ähnlichkeit der Internetanwendungen und andererseits durch die zeitlich konstante Ausgangslage der Schüler nahegelegt. Z.B. stellen Unklarheiten bei der Bearbeitung von Hausaufgaben für Jugendliche zu jedem Zeitpunkt ein typisches, im Schulalltag auftretendes Problem dar. Daher erscheint es naheliegend, dass Jugendliche jede aktuell „angesagte“ Internetanwendung, bei der individuelle Fragen gestellt werden

können, und nicht nur Physik-Internetforen zur Suche nach Hilfe bei den Hausaufgaben nutzen.

Auch hinsichtlich des Fragenkomplexes, der sich aus der Tatsache ergibt, dass das Internet teilweise fehlerhafte Informationen enthält, liefern die Studien Einsichten. Da die Rezeption fehlerhafter Informationen zur Entstehung von Misskonzepten führen kann, stellt das Erkennen fehlerhafter Informationen eine wichtige Teilfertigkeit bei der Nutzung des Internets als Informationsmedium dar. Zunächst ist hierzu anzumerken, dass die Ergebnisse der Studie zur Nutzung von Physik-Internetforen die Ergebnisse von Priemer (2004) und Acar Sesen (2010) bestätigen: Physikspezifische Inhalte im Internet enthalten teilweise fehlerhafte Informationen. Auch wenn sich in Physik-Internetforen insgesamt ein befriedigendes Ausmaß fachlicher Richtigkeit zeigt (vgl. Kapitel 6.1), so belegt dies dennoch die Notwendigkeit, als Internetnutzer über die Teilfertigkeit zu verfügen, fehlerhafte Informationen zu erkennen. Wie in Kapitel 3 ausgeführt, besteht eine für Schüler realisierbare Möglichkeit, Fehler zu erkennen, im Erkennen widersprüchlicher Informationen zum einem Sachverhalt.

In welchem Ausmaß gelingt es Schülern, Widersprüche in internetbasierten Physiktexten zu erkennen? Die Ergebnisse der Studie zur Beeinflussung des Erkennens von Widersprüchen durch „äußere“ Faktoren der Webseite zeigen zunächst, dass das Erkennen von Widersprüchen in sinnvoller Weise von der erwarteten Qualität des Texts abhängt. Indizieren Angaben über den Autor und die Art der Webseite eine hohe Informationsqualität, so lesen Schüler den Text aufmerksam und konzentriert im Bestreben, diesen vollständig zu verstehen. Indizieren Angaben über den Autor und die Art der Webseite eine niedrige Informationsqualität, so interpretieren Schüler dies als einen ausreichenden Grund für die Existenz von Widersprüchen und attribuieren Verständnisprobleme beim Lesen eher extern. In beiden Fällen resultiert eine höhere Erkennensleistung für fehlerbasierte Widersprüche als bei Angaben, die eine uneindeutige Qualität induzieren. Die im Rahmen der statistischen Auswertung erhaltenen Werte für Cohens d (vgl. Kapitel 6.2) zeigen jedoch, dass es sich hierbei lediglich um kleine bis mittlere Effekte handelt. Angaben über den Autor und die Art der Webseite beeinflussen folglich nur in geringem Maße die Erkennensleistung von Schülern für Widersprüche. Gravierender noch: Die Ergebnisse zeigen außerdem in Übereinstimmung mit früheren Untersuchungen (vgl. Kapitel 3), dass es Schülern

insgesamt schwerfällt, textinterne Widersprüche in internetbasierten Physiktexten zu erkennen. So erzielten selbst die Experimentalgruppen mit den höheren Erkennensleistungen nur mittlere CVT-Scores von 0,30. Das bedeutet: Nach Korrektur um die individuelle Zustimmungstendenz konnten die Schülern dieser Experimentalgruppen im Mittel lediglich 30% der Aussagen, die Bestandteile textinterner Widersprüche waren, identifizieren. Dies belegt eindrücklich die Notwendigkeit, das Erkennen von Widersprüchen durch geeignete Interventionsmaßnahmen zu fördern.

Wie in Kapitel 2 und 3 ausgeführt, stellt sich daher die Frage: Wie kann das Erkennen von Widersprüchen als Teilfertigkeit des Kompetenzbereichs ‚Kommunikation‘ im Rahmen des Physikunterrichts gefördert werden? Die Ergebnisse der Studie zur Förderung des Erkennens fachlicher Widersprüche zeigen, dass dies durch eine Intervention in Form einer Unterrichtsstunde über die Qualität physikalischer Informationen im Internet möglich ist. Dabei ist bereits eine schwache und kurze Intervention ausreichend: Eine einzelne, derartige Unterrichtsstunde bewirkt, dass die Schüler der Treatmentklassen nach der Intervention eine höhere Erkennensleistung für fachliche Widersprüche in internetbasierten Physiktexten erzielen als die Schüler der Kontrollklassen ohne Intervention. Der zeitlich verzögerte Post-Test der Studie belegt dabei eine längerfristige Wirkung der Intervention. Aus unterrichtspraktischer Sicht ist ferner bedeutsam, dass diese schwache und kurze Form der Intervention gegenüber anderen aufwendigen Maßnahmen (wie z.B. eine Steigerung der Lesekompetenz) eine im Physikunterricht leicht umsetzbare Möglichkeit darstellt, das Erkennen fachlicher Widersprüche in internetbasierten Physiktexten zu fördern. Somit stellt die erprobte Intervention eine wirksame Möglichkeit dar, das Erkennen von Widersprüchen als Teilfertigkeit des Kompetenzbereichs ‚Kommunikation‘ zu fördern. Zusammenfassend zeigen die durchgeführten Studien zum Erkennen fachlicher Widersprüche in internetbasierten Physiktexten: (1) Auch wenn das Erkennen textinterner Widersprüche in sinnvoller Weise von „äußeren“ Faktoren der Webseite abhängt, so gelingt es Schülern insgesamt nur schwer, Widersprüche in internetbasierten Physiktexten zu erkennen. Eine Förderung im Rahmen des Physikunterrichts erscheint also notwendig. (2) Bereits durch eine schwache und kurze Intervention in Form einer Unterrichtsstunde über die Qualität physikalischer Informationen im Internet kann das Erkennen von Widersprüchen gefördert werden.

Die erprobte Intervention stellt eine leicht umsetzbare und längerfristig wirksame Maßnahme hierfür dar.

8.2 Grenzen der Untersuchungen

Wie in den einzelnen Artikeln dargestellt, schränken die verwendeten Forschungsmethoden in verschiedener Weise die Aussagekraft der Untersuchungen ein. Nachfolgend werden weitere Aspekte ergänzt, die die Aussagekraft der Studien beschränken.

Studie zur Nutzung von Physik-Internetforen: (1) Zur Erfassung der verschiedenen Nutzungsmotive für Physik-Internetforen wurden in der Online-Umfrage einzelne Items verwendet. Auch wenn dies dem rudimentären Stand der Forschung entspricht und der Akzeptanz des Fragebogens dient, so stellt die Verwendung einzelner Items eine wenig reliable Methode dar. Außerdem stellen die erfassten Nutzungsmotive keine trennscharfen Kategorien dar. Z.B. könnte eine ‚Suche nach physikalischen Begriffen‘ als Teil der ‚Vorbereitung von Klassenarbeiten‘ erfolgen. (2) Die Angaben zu den zusätzlichen Personenvariablen waren in der Onlineumfrage optional. Diese Option sollte verhindern, dass die Schüler den Fragebogen auf Grund einer zu langen Bearbeitungszeit vorzeitig abbrechen. Wie bereits im Artikel erwähnt, unterscheiden sich die Teilstichproben mit vollständigen Personenvariablen geringfügig von den Teilstichproben ohne vollständige Personenvariablen. Daher sei an dieser Stelle erneut betont, dass die Möglichkeit einer Stichprobenverzerrung nicht ausgeschlossen werden kann. (3) In der Online-Umfrage wurde außerdem auf eine Erfassung von Fähigkeiten, Fertigkeiten oder Gewohnheiten im Umgang mit dem Internet verzichtet.¹³ Es ist folglich unklar, ob diesbezüglich bei der Betrachtung der Teilstichproben eine Verzerrung vorliegt. Auf Grund dieser und der bereits in dem Artikel dargelegten Einschränkungen sind die Ergebnisse der Studie zur Nutzung von Physik-Internetforen als evidenzbasierte Hypothesen anzusehen (vgl. auch Kapitel 6.1).

Studien zum Erkennen von Widersprüchen in internetbasierten Physiktexten: (1) In beiden Studien wurden die nachgebildeten Webseiten den Schülern als

¹³ Der Versuch, mit einer Adaption der Subskala ‚Justification for knowing‘ des ISEQ-Fragebogens (Bråten, Strømsø & Samuelstuen, 2005) wenigstens zu erfassen, in welchem Ausmaß die Schüler kritisch mit den Informationen in Physik-Internetforen umgehen, scheiterte auf Grund fehlender Vergleichswerte für die erhaltenen Daten.

ausgedruckte Bildschirmfotos präsentiert. Auf eine Präsentation an Computern wurde aus erhebungsökonomischen Gründen verzichtet.¹⁴ Es ist nicht auszuschließen, dass diese „ungewöhnliche“ Art der Präsentation von Webseiten das Leseverhalten der Schüler beeinflusst hat. Jedoch sollte dies keine wesentliche Einschränkung der Gültigkeit der Ergebnisse darstellen, da die Webseiten in allen Experimentalgruppen auf diese Weise präsentiert wurden. (2) Das in beiden Studien verwendete Messinstrument zur Erfassung der Erkennensleistung für Widersprüche (Conflict Verification Task nach Stadtler et al., 2013) weist konstruktionsbedingt Eigenheiten auf, die die Interpretation der Messwerte einschränken. Dies soll im Folgenden näher erläutert werden: Ein Text möge aus den Aussagen A, B, C, D und E bestehen, wobei sich die Aussagen D und E widersprechen sollen (also: $E = \neg D$). Weitere Widersprüche mögen nicht bestehen. Um zu erfassen, ob ein Leser einen Widerspruch erkannt hat, muss er im Rahmen des CVT entscheiden, ob vorgegebene Aussagen Teil eines textinternen Widerspruchs sind (vgl. Abbildung 4).

Abbildung 4: Beispiel eines Items des CVT

12	Der Wirkungsgrad von Windkraftanlagen ist wesentlich niedriger als der Wirkungsgrad von Kernkraftwerken.		
12a	Enthielt der Text (sinngemäß) diese Information?	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
12b	Enthielt der Text eine Information (z.B. andere Aussage oder Abbildung), die mit der Vorgegebenen unvereinbar ist bzw. dieser widerspricht?	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>

Im vorliegenden Fall enthielte der CVT dazu – nach Konstruktionsvorschrift – ein Item, bei dem Aussage D vorgegeben wird, und ein Item, bei dem Aussage E vorgegeben wird. Dadurch kann es jedoch zu der Situation kommen, dass der Leser eine der Aussagen (z.B. Aussage D) als Teil eines Widerspruchs identifiziert (Antwortkombination *Ja/Ja*), die andere (also Aussage E) jedoch nicht (andere Antwortkombination). In dieser in den Studien häufig vorkommenden Situation ist nun strenggenommen unklar, ob der Leser den Widerspruch (vollständig) erkannt hat.

¹⁴ Den Schülern wurde als Scheinbegründung mitgeteilt, dass eine Benutzung der Computerräume der jeweiligen Schule aus organisatorischen Gründen nicht möglich sei.

Und selbst wenn beide den Widerspruch konstituierenden Aussagen (also D und E) als Teil eines Widerspruchs identifiziert wurden, ist unklar, ob der Widerspruch wirklich erkannt wurde. Dies liegt daran, dass der Leser in dem CVT nicht angeben muss, welche andere Textaussage der vorgegebenen Aussage widerspricht. Hat ein Leser nämlich den Widerspruch $E = \neg D$ nicht erkannt, glaubt jedoch fälschlicherweise, der Text enthielte die Widersprüche $A = \neg D$ sowie $B = \neg E$, so würde er ja dennoch die Aussagen D und E „korrekterweise“ als Teile eines Widerspruchs identifizieren – und dies ohne den eigentlichen Widerspruch erkannt zu haben. Auch wenn letztere Problematik teilweise durch die Korrektur des Scores um die Zustimmungstendenz des Lesers relativiert wird, so sollte auf Interpretationen des Scores, die über eine Verbalisierung seiner mathematischen Berechnungsformel (vgl. Zitat von Stadtler et al. (2013, S.138) in Kapitel 6.2 und 6.3) hinausgehen, verzichtet werden. Ferner sollten die unter Verwendung des CVT erhaltenen Ergebnisse der Studien lediglich als erste Evidenzen für die Gültigkeit der jeweiligen Hypothesen angesehen werden (vgl. auch Kapitel 6.3). Eine Überprüfung der Ergebnisse sollte mit einer „direkteren“ Messmethode zur Erfassung der Erkennensleistung für Widersprüche erfolgen. Eine derartige Messmethode könnte z.B. darin bestehen, die Probanden nach dem Lesen des Textes in einem offenen Frageformat zu bitten, alle erkannten Widersprüche aufzuzählen bzw. zu beschreiben. Die Interpretation der zugehörigen Resultate wäre einfach und unmissverständlich: Die Testwerte entsprächen der Anzahl erkannter Widersprüche.

8.3 Ausblick

Der aus den durchgeführten Untersuchungen resultierende Forschungsbedarf lässt sich grob in drei Komplexe gliedern: (1) Die beschriebenen Ergebnisse bedürfen der Überprüfung durch weitere Studien. Diese Notwendigkeit ergibt sich aus den Einschränkungen durch die verwendeten Forschungsmethoden und durch den teilweise explorativen bzw. pilothaften Charakter der Untersuchungen. Zukünftige Studien sollten dabei die in den Diskussionen aufgezeigten Verbesserungsmöglichkeiten der Methodik berücksichtigen (vgl. Kapitel 6 und 8.2). So sollten z.B. die Ergebnisse der Untersuchungen zum Erkennen fachlicher Widersprüche in internetbasierten Physiktexten mit einer anderen Messmethode als dem CVT zur Erfassung der abhängigen Variablen durchgeführt werden. Ein weiteres Beispiel wäre die Verwendung von Skalen – im Gegensatz zu einzelnen

Items – bei der Erfassung der Motive zur Nutzung von Physik-Internetforen. (2) Zukünftige Studien sollten prüfen, ob und ggf. inwieweit die Ergebnisse der Untersuchungen auf andere Wissensdomänen als Physik übertragbar sind. Hinsichtlich der Studie zur Nutzung von Physik-Internetforen erscheint es plausibel, dass zumindest Internetforen anderer naturwissenschaftlicher Wissensdomänen (wie z.B. Chemie) von Schülern in ähnlicher Weise genutzt werden. Zu überprüfen wäre hier beispielsweise, ob auch diese überwiegend pragmatisch zur Suche nach Hilfe bei Hausaufgaben genutzt werden. Ferner erscheint es denkbar, dass das Erkennen widersprüchlicher Informationen in internetbasierten Texten eine domänenübergreifende Fertigkeit darstellt. Die Ergebnisse der durchgeführten Studien sollten sich in diesem Fall auch auf das Erkennen von Widersprüchen in internetbasierten Texten zu anderen Themen übertragen lassen. Es ist zumindest auf den ersten Blick kein überzeugender Grund ersichtlich, warum die Erkennensleistung von Schülern für Widersprüche nur bei Physiktexten von „äußeren“ Faktoren der Webseite abhängen sollte, oder warum nur im Physikunterricht eine Unterrichtsstunde über die Qualität von Informationen im Internet das Erkennen von Widersprüchen fördert. Diese Vermutungen wären empirisch zu prüfen. (3) Schlussendlich resultiert aus den Ergebnissen der Untersuchungen weiterer physikdidaktischer Forschungsbedarf. Da dieser bereits in den Diskussionen der einzelnen Artikel beschrieben wurde (vgl. Kapitel 6), mögen hier einige Beispiele genügen: Wirkt sich die Nutzung von Physik-Internetforen positiv auf den Wissenserwerb in Physik aus? Haben auch andere „äußere“ Faktoren der Webseite (wie z.B. Datum der letzten Aktualisierung, Community Ratings oder erkennbare kommerzielle Absichten der Betreiber) einen Einfluss auf das Erkennen von Widersprüchen in internetbasierten Physiktexten? Fördert ein wiederholtes Aufgreifen der Frage über die Qualität von Informationen im Internet im Physikunterricht das Erkennen von Widersprüchen besser?

Insgesamt führen die Ergebnisse der durchgeführten Studien zu einem breiten Forschungsbedarf mit physik- und weiteren fachdidaktischen Anteilen. Die Aufgabe zukünftiger Studien besteht einerseits in der Reproduktion der Ergebnisse sowie andererseits in deren Vertiefung und Übertragung auf andere Wissensdomänen. Doch auch wenn die in der vorliegenden Arbeit dargestellten Ergebnisse der Reproduktion bedürfen, so stellen sie dennoch in Anbetracht des – aus physikdidaktischer Perspektive – wenig umfangreichen Forschungsstandes zur

Nutzung des Internets zum Physiklernen und damit einhergehender Fragestellungen einen Zugewinn an Wissen dar: Erste, explorative Ergebnisse wurden erzielt, die weiteren Untersuchungen als Orientierung dienen können.

9. Literaturverzeichnis

- Acar Sesen, B. (2010).** Internet as a Source of Misconception: "Radiation and Radioactivity". *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(4), 94-100.
- Amstad, T. (1978).** *Wie verständlich sind unsere Zeitungen?* University of Zürich: Unpublished doctoral dissertation 1978.
- Andridge, R., & Little, R. (2010).** A review of Hot Deck imputation for survey non-response. *International Statistical Review*, 78, 40-64.
- Andresen, M. A. (2009).** Asynchronous discussion forums: success factors, outcomes, assessments, and limitations. *Educational Technology & Society*, 12(1), 249-257.
- August, D. L., Flavell, J. H. & Clift, R. (1984).** Comparison of comprehension monitoring of skilled and less skilled readers. *Reading Research Quarterly*, 20, 39-45.
- Baker, L. (1979).** *Comprehension monitoring: Identifying and coping with text confusion*. Urbana, IL: University of Illinois, Center for the Study of Reading.
- Baker, L. (1989).** Metacognition, comprehension monitoring, and the adult reader. *Educational Psychology Review*, 1, 3-38.
- Baumann, T., Schneider, C., Vollmar, M., & Wolters, M. (2012).** *Schulen auf einen Blick*, from Destatis, Statistisches Bundesamt: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/BildungForschungKultur/Schulen/BroschuereSchulenBlick0110018129004.pdf?__blob=publicationFile.
- Behrens, P., & Rathgeb, T. (2013).** *JIM-Studie 2013: Jugend, Information, (Multi-)Media*. Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland: <http://www.mpfs.de/fileadmin/JIM-pdf13/JIMStudie2013.pdf>.
- Bonitatibus, G., Godshall, S., Kelley, M., Levering, T. & Lynch, E. (1988).** The role of social cognition in comprehension monitoring. *First Language*, 8, 287-298.
- Braasch, J. L. G., Rouet, J.-F., Vibert, N. & Britt, M. A. (2011).** Readers' use of source information in text comprehension. *Memory & Cognition*, 1-16.

- Braasch, J. L. G., Bråten, I., Strømsø, H. I., Anmarkrud, Ø. & Ferguson, L. E. (2013).** Promoting secondary school students' evaluation of source features of multiple documents. *Contemporary Educational Psychology*, 38, 180-195.
- Crossley, A., & Starauschek, E. (2013).** Physiklernen mit dem Internet – Erste Ergebnisse einer deskriptiven Studie. *Tagungsband PhyDid B, DPG – Frühjahrstagung Jena 2013, Didaktik der Physik*.
- DeBell, M., & Chapman, C. (2006).** *Computer and Internet Use by Students in 2003*. U.S. Department of Education. Washington, DC: National Center for Education Statistics.
- Duit, R. (1995).** Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41(6), 905-923.
- Ehrlich, S., Sporte, S., & Sebring, P. (2013).** *The use of technology in Chicago public schools 2011: Perspectives from students, teachers, and principals*, from http://ccsr.uchicago.edu/sites/default/files/publications/Technology%20Report%202013_0.pdf
- Flanagin, A., & Metzger, M. J. (2007).** The role of site features, user attributes, and information verification behaviors on the perceived credibility of web-based information. *New Media Society*, 9, 319-342.
- Fuß, S. (2006).** *Familie, Emotionen und Schulleistung: Eine Studie zum Einfluss des elterlichen Erziehungsverhaltens auf Emotionen und Schulleistungen von Schülerinnen und Schülern*. Berlin: Waxmann.
- Garcia-Arista, E., Campanario, J. & Otero, J. (1996).** Influence of subject matter setting on comprehension monitoring. *European Journal of Psychology of Education*, 11, 427-441.
- Geller, C., Neumann, K. & Fischer, H. E. (2010).** Was Mittelstufenschüler über Elektrizität wissen – ein Ländervergleich. In Höttecke, D. (Hrsg.), *Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik: Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomen und Systematik*. Berlin: Lit, 389-391.
- Girwidz, R. (2009).** Mediendidaktik zum E-Learning im Physikunterricht. *Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule*, (7), 5-13
- Grabe, M., Antes, J., Kahn, H. & Kristjanson, A. (1991).** Adult and adolescent readers' comprehension monitoring performance: An investigation of monitoring

- accuracy and related eye movements. *Contemporary Educational Psychology*, 16, 45-60.
- Halliday, D. (2009).** *Halliday Physik*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Harman, K., & Koohang, A. (2005).** Discussion board: A learning object. Interdisciplinary. *Journal of Knowledge & Learning Objects*, 1, 67-77.
- Helmke, A. (1992).** Determinanten der Schulleistung: Forschungsstand und Forschungsdefizit. In Nold, G. (Hrsg.), *Lernbedingungen und Lernstrategien*. Tübingen: Narr, 23-34.
- Hoyer, M., Huth, N., & Spahr, C. (2011).** *Jugend 2.0: Eine repräsentative Untersuchung zum Internetverhalten von 10- bis 18-Jährigen*, from http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM_Studie_Jugend_2.0.pdf.
- Jadin, T., & Zöserl, E. (2006).** Informelles Lernen mit Web 2.0-Medien. *bildungsforschung*, 6(1), 41-61.
- Jerusalem, M. & Satow, L. (1999).** Schulbezogene Selbstwirksamkeitserwartung. In Schwarzer, R. & Jerusalem, M. (Hrsg.), *Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen, Dokumentation der psychometrischen Verfahren im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs „Selbstwirksame Schulen“*. Berlin: FU Berlin, 15-16.
- Kammerer, Y., & Gerjets, P. (2012).** The impact of discrepancies across Web pages on high-school students' trustworthiness evaluations. In E. de Vries & K. Scheiter (Eds.) *Proceedings EARLI Special Interest Group Text and Graphics: Staging knowledge and experience: How to take advantage of representational technologies in education and training?* Grenoble, France: Université Pierre-Mendès-France, 97-99.
- Kammerer, Y., & Gerjets, P. (2014).** Quellenbewertungen und Quellenverweise beim Lesen und Zusammenfassen wissenschaftsbezogener Informationen aus multiplen Webseiten. *Unterrichtswissenschaft*, 42, 7-23.
- Kaur, M. (2011).** Using Online Forums in Language Learning and Education, from *Student Pulse - Online Academic Student Journal*: <http://www.studentpulse.com/articles/414/using-online-forums-in-language-learning-and-education>.
- Keck, D., Sarka, F. & Starauschek, E. (2013).** Welche Schüler nutzen Physik-Onlineforen wozu? Eine explorative Studie. In Bernhold, S. (Hrsg.), *Inquiry-based*

Learning - Forschendes Lernen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Hannover 2012. Kiel: IPN, 485-487.

Keck, D., Kammerer, Y. & Starauschek, E. (im Druck). Beeinflusst der Kontext die Wahrnehmung fachlicher Inkonsistenzen in internetbasierten Physiktexten? In Bernhold, S. (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht, Jahrestagung in München 2013.* Kiel: IPN.

Kintsch, W. (1998). *Comprehension. A paradigm for Cognition.* New York, NY: Cambridge University Press.

Kortemeyer, G. (2006). An analysis of asynchronous online homework discussion in introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 74(6), 526-536.

KMK/ Sekretariat der ständigen Konferenzen der Kultusministerkonferenz der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2004). *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss:*

http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf.

Kutteroff, A. & Behrens, P. (2010). *JIM-Studie 2010: Jugend, Information, (Multi-)Media.* Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland: <http://www.mpfs.de/fileadmin/JIM-pdf10/JIM2010.pdf>.

Mason, L., Junyent, A.A. & Tornatora, M.C. (2014). Epistemic evaluation and comprehension of web-source information on controversial science-related topics: Effects of a short-term instructional intervention. *Computers & Education*, 76, 143-157.

Maurino, P. S. (2007). Looking for Critical Thinking in Online Threaded Discussions. *Journal of Educational Technology Systems*, 35(3), 241-260.

Mayring, P. (2007). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken.* Weinheim: Beltz.

Ministerium für Kultus Jugend und Sport Baden-Württemberg (2011). *Beurteilungs- und Korrekturrichtlinien für die Abiturprüfung an den allgemein bildenden Gymnasien gültig für die Abiturprüfung 2011.*

Otero, J. & Campanario, J. (1990). Comprehension Evaluation and Regulation in Learning from Science Texts. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 447-460.

- Otero, J. & Kintsch, W. (1992).** Failures to detect contradictions in text: What readers believe vs. what they read. *Psychological Science*, 3, 229-235.
- Pressestelle des Bundesgerichtshofs (2013).** *Bundesgerichtshof erkennt Schadensersatz für den Ausfall eines Internetanschlusses zu*, Pressemitteilung des BGH zum Urteil des III. Zivilsenats vom 24.1.2013 – III ZR 98/12: <http://juris.bundesgerichtshof.de/cgi-bin/rechtsprechung/document.py?Gericht=bgh&Art=en&Datum=2013&nr=62927&linked=pm&Blank=1>.
- Priemer, B. (2004).** *Physiklernen mit dem Internet. Das World Wide Web als Informationsquelle für Schüler zur Erarbeitung des Themas „Die Entstehung der Gezeiten“*. Frankfurt am Main: Lang.
- Rieh, Y. S. (2002).** Judgment of Information Quality and Cognitive Authority in the Web. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 53, 145-161.
- Schneider, W., Schlagmüller, M. & Ennemoser, M. (2007).** *LGVT 6-12 – Lesegeschwindigkeits und -verständnistest für die Klassen 6–12*. Göttingen: Hogrefe.
- Schröter, E. & Roger, E. (2006).** Befassen sich Jugendliche im Internet mit Physik? *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, (2), 105-116.
- Schultz, E. (2010).** *Herausforderung Web 2.0*. Bonn: HRK., from http://www.gbv.de/dms/weimar/toc/644502207_toc.pdf
- Stadtler, M., Scharrer, L., & Bromme, R. (2012).** Does relevance matter in comprehending scientific conflicts from multiple documents? Evidence from online and offline data. In E. de Vries & K. Scheiter (Eds.) *Proceedings EARLI Special Interest Group Text and Graphics: Staging knowledge and experience: How to take advantage of representational technologies in education and training?* Grenoble, France: Université Pierre-Mendès-France, 202-204.
- Stadtler, M., Scharrer, L., Brummernhenrich, B. & Bromme, R. (2013).** Dealing with Uncertainty: Readers' Memory for and Use of Conflicting Information from Science Texts as Function of Presentation Format and Source Expertise. *Cognition and Instruction*, 31, 130-150.
- Stadtler, M., & Bromme, R. (in press).** The content–source integration model: A taxonomic description of how readers comprehend conflicting scientific

- information. In Rapp, D.N. & Braasch, J. (Eds.), *Processing Inaccurate Information: Theoretical and Applied Perspectives from Cognitive Science and the Educational Sciences*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Starauschek, E. (2001).** *Physikunterricht nach dem Karlsruher Physikkurs. Ergebnisse einer Evaluationsstudie*. Berlin: Logos.
- Tate, M .A. (2010).** *Web wisdom: How to evaluate and create information quality on the Web*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Walraven, A., Brand-Gruwel, S. & Boshuizen, H. (2009).** How students evaluate sources and information when searching the World Wide Web for information. *Computers and Education*, 25, 234-246.
- Walraven, A., Brand-Gruwel, S. & Boshuizen, H. (2010).** Fostering transfer of web searchers' evaluation skills: A field test of two transfer theories. *Computers in Human Behavior*, 26, 716-728.
- Walraven, A., Brand-Gruwel, S. & Boshuizen, H. (2013).** Fostering students' evaluation behaviour while searching the internet. *Instructional science*, 41, 125-146.
- Wiesner, H., Schecker, H., & Hopf, M. (Ed.) (2009).** *Physikdidaktik kompakt*. Köln: Aulis-Verlag.
- Winograd, P. & Johnston, P. (1982).** Comprehension monitoring and the error detection paradigm. *Journal of Literacy Research*, 14, 61-76.
- Winter, S., Krämer, N. C., Appel, J., & Schielke, K. (2010).** Information selection in the blogosphere: The effect of expertise, community rating, and age. In S. Ohlsson & R. Catrambone (Eds.), *Proceedings of the 32nd Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Austin, TX: Cognitive Science Society, 802-807.
- Wirtz, M. A., & Caspar, F. (2002).** *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität: Methoden zur Bestimmung und Verbesserung der Zuverlässigkeit von Einschätzungen mittels Kategoriensystemen und Ratingskalen*. Göttingen: Hogrefe Verl. für Psychologie.

10. Anhang

In den verschiedenen Untersuchungen der vorliegenden Arbeit wurden teilweise die gleichen Instrumente und Materialien verwendet (z.B. wurden in allen Studien die gleichen Items zur Erfassung von Alter und Geschlecht der Schüler benutzt). Um Redundanzen in deren Darstellung zu vermeiden, werden daher in Kapitel 10.1 zunächst für jede Studie die verwendeten Instrumente und Materialien benannt. In Kapitel 10.2 werden alle verwendeten Instrumente und Materialien einmal dargestellt. Kapitel 10.3 enthält für jede Studie die statistischen Werte der verwendeten Instrumente. Die dort verwendeten Item-Bezeichnungen entsprechen denjenigen in Kapitel 10.2.

10.1 Auflistung der Instrumente und Materialien

In der Studie zur Nutzung von Physik-Internetforen wurden folgende Instrumente und Materialien verwendet:

- Kategoriensystem zur Klassifizierung der Fragen in Physik-Internetforen
- Kategoriensystem zur Beurteilung der fachlichen Qualität der Antworten in Physik-Internetforen
- Kategoriensystem zur Beurteilung des Prinzips „Hilfe zur Selbsthilfe“ in Physik-Internetforen
- Items zur Erfassung von Geschlecht, Alter, Klassenstufe, der letzten Zeugnisnote im Schulfach Physik und der besuchten Schulart
- Items zur Erfassung des physikspezifischen Selbstkonzeptes (Helmke, 1992)
- Items zur Erfassung des physikbezogenen Interesses (Fuß, 2006)
- Items zur Erfassung der physikbezogenen intrinsischen Motivation (Fuß, 2006)
- Items zur Erfassung der Strategie bei der Nutzung von Physik-Internetforen
- Items zur Erfassung der Motive bei der Nutzung von Physik-Internetforen
- Adaptierte Items der Subskala ‚Justification for knowing‘ des ISEQ-Fragebogens (Bråten, Strømsø & Samuelstuen, 2005)

In der Studie zur Beeinflussung des Erkennens von Widersprüchen durch „äußere“ Faktoren der Webseite wurden folgende Instrumente und Materialien verwendet:

- Items zur Erfassung der Qualitätserwartungen bei verschiedenen Internetquellen
- Vier verschiedene Webseiten mit jeweils demselben, teilweise widersprüchlichen Text über Windkraftanlagen
- Conflict Verification Task nach Stadtler et al. (2013) zur Erfassung der Erkennensleistung für textinterne Widersprüche
- Manipulation-Check zur Überprüfung der Wahrnehmung von Autor und Art der Webseite
- LGVT 6-12 (Schneider, Schlagmüller & Ennemoser, 2007) zur Erfassung der Lesegeschwindigkeit und des Leseverständnisses
- Items des CKPT (Geller, Neumann & Fischer, 2010) zur Erfassung des themenspezifischen Vorwissens
- Items zur Erfassung von Geschlecht, Alter und der letzten Zeugnisnote im Schulfach Physik

In der Studie zur Förderung des Erkennens von Widersprüchen wurden folgende Instrumente und Materialien verwendet:

- Webseite mit einem teilweise widersprüchlichen Text über Windkraftanlagen
- Conflict Verification Task nach Stadtler et al. (2013) zur Erfassung der Erkennensleistung für textinterne Widersprüche
- LGVT 6-12 (Schneider, Schlagmüller & Ennemoser, 2007) zur Erfassung der Lesegeschwindigkeit und des Leseverständnisses
- Items des CKPT (Geller, Neumann & Fischer, 2010) zur Erfassung des themenspezifischen Vorwissens
- Items zur Erfassung von Geschlecht und Alter
- Items zur Erfassung des physikspezifischen Selbstkonzeptes (Helmke, 1992)
- Items zur Erfassung der physikbezogenen intrinsischen Motivation (Fuß, 2006)

- Items zur Erfassung der physikspezifischen Selbstwirksamkeitserwartung (Jerusalem & Satow, 1999)
- Items zur Erfassung des physikbezogenen Interesses (Fuß, 2006)
- Item zur Erfassung, ob bereits zu einem früheren Zeitpunkt in einem anderen Unterrichtsfach als Physik Kriterien und Möglichkeiten unterrichtet wurden, die bei der Nutzung der Informationsquelle Internet zu beachten sind

10.2 Darstellung der Instrumente und Materialien

Kategoriensystem zur Klassifizierung der Fragen in Physik-Internetforen:

Art der Frage		
Bezeichnung und Beschreibung der Kategorie	Ankerbeispiele	
„Frage zu mathematisch-orientierten Aufgaben (Rechenaufgaben)“: Fragen, bei denen es erkennbar um das Lösen einer Aufgabe geht, die die Verwendung von physikalischen Formeln oder mathematischen Operationen erfordert.	„Wie lange dauert es, bis das Haar eines Menschen um einen Zentimeter gewachsen ist? Die Wachstumsgeschwindigkeit beträgt $v = 3 \cdot 10^{-9}$ m/s.“	„Ein stehender Güterwagen ($m_1 = 20t$) wird durch einen anderen Güterwagen ($m_2 = 30t$) mit einer Geschwindigkeit von $v_2 = 5\text{km/h}$ gerammt. Welche Geschwindigkeit ergibt sich, wenn die Wagen nach dem Zusammenstoß miteinander zusammengekoppelt sind?“
„Frage zu anderen Aufgaben“: Fragen, bei denen es erkennbar um das Lösen einer Aufgabe geht, die keine Rechenaufgabe darstellt. Diese Kategorie umfasst z.B. Aufgaben, in deren Rahmen man etwas erklären, aufzählen oder zeichnen soll.	„Hallo, ich bin der 8. Klasse und brauche antworten auf ganz viele Fragen zum Thema Kraft. Also fangen wir mal an: (...) Nenne verschiedene Arten von Kräften und passende Beispiele, wo sie erkennbar werden.“	„An einem Telegraphenmast zieht ein Draht mit 2000N nach Nordwesten, ein anderer mit 3000 N nach Osten. Fertige eine Zeichnung an mit einem Kraftpfeil für die Resultierende F!“
„Frage zu Begriffsdefinition“: Fragen, bei denen nach der Definition eines unbekannten Begriffs gefragt ist.	„Kann mir jemand erklären, was Vektor, Strecke und geradlinig gleichförmige Bewegung in der Physik bedeuten?“	„Könnt ihr mir erklären, was mit den Begriffen Winkelgeschwindigkeit und Drehfrequenz gemeint ist?“
„Verständnisfrage“: Fragen, mit denen das (bessere) prinzipielle Verständnis eines physikalischen Sachverhaltes erreicht werden soll.	„Wir besprechen momentan das dritte Newtonsche Axiom. Das heißt ja, dass eine Kraft immer eine Gegenkraft besitzt und diese beiden Kräfte gleichen sich aus. Ist das korrekt?“	„Worin besteht der Unterschied zwischen der Steigzeit und der Wurfzeit? Und ist die Formel für den zurückgelegten Weg die gleiche, wie die Formel für die Steighöhe?“

Kategoriensystem zur Beurteilung der fachlichen Qualität der Antworten in Physik-Internetforen:

Einheitengebrauch		
Bezeichnung und Beschreibung der Kategorie	Ankerbeispiele	
„Richtig“: Alle verwendeten physikalischen Einheiten sind korrekt. Außerdem sind zu allen physikal. Größen die zugehörigen Einheiten angegeben.	„F = ma $50\text{N} = 200\text{kg} \cdot a$ $a = 50\text{N}/200\text{kg}$ $a = 0,25\text{m/s}^2$ $v = t \cdot a = 60\text{s} \cdot 0,25\text{m/s}^2 = 15\text{m/s}$	„Das Auto hat also eine Durchschnittsgeschwindigkeit von $(50/0,4167) \text{ km/h} = 119,99 \text{ km/h}$.“
„Falsch“: Die Verwendung (mindestens) einer physikalischen Einheit ist fehlerhaft. Die Angabe von physikalischen Größen ohne die zugehörige Einheit gilt ebenfalls als fehlerhaft.	Falsche Einheit: „Die mittlerer Geschwindigkeit (...) ist also 40 kmh“	Fehlende Einheit: „Du hast jetzt die Geschwindigkeit des Körpers bei $h = 0$.“
Rechnungen und Formeln		
Bezeichnung und Beschreibung der Kategorie	Ankerbeispiele	
„Richtig“: Alle genannten Formeln und Rechnungen sind mathematisch korrekt. Beachte: Ist der Ansatz zur Lösung einer Aufgabe auf Grund eines Fehlers im Physikverständnis falsch, die anschließende Rechnung jedoch mathemat. richtig, so gilt diese als korrekt. Die Beurteilung der Rechnungen und Formeln ist also im Allgemeinen von deren physikalischer Anwendung unabhängig.	Formel richtig: „Die kinetische Energie eines Körpers, der sich mit gleichbleibender Geschwindigkeit bewegt ist: $E_{\text{Kin}} = \frac{1}{2}mv^2$	Rechnung (und Formeln) richtig: „Auf einen Körper der Masse $m = 200 \text{ kg}$ wirkt eine konstante Beschleunigungskraft $F = 50 \text{ N}$. Welche Endgeschwindigkeit v erreicht der Körper nach einer Minute?“ $F = ma$ $50\text{N} = 200\text{kg} \cdot a$ $a = 50\text{N}/200\text{kg}$ $a = 0,25\text{m/s}^2$ $v = t \cdot a = 60\text{s} \cdot 0,25\text{m/s}^2 = 15\text{m/s}$
„Falsch“: (Mindestens) eine Formel oder Rechnung ist mathematisch fehlerhaft. Beachte: Ist eine Formel mathematisch korrekt, jedoch ihre physikalische Verwendung falsch, so fällt dies nicht unter diese Kategorie.	Fehlerhafte Formel: „(...) Die Formel für die gleichmäßig beschleunigte Bewegung (lautet): $s = v \cdot t$	Fehlerhafte Rechnungen: „Aber du weißt, dass $t_{\text{ges}} = t_1 + t_2$. Also ist $t_2 = t_{\text{ges}} - t_2$“ „$30+40+50 = 120:3 = 40$“

Physikverständnis		
Bezeichnung und Beschreibung der Kategorie	Ankerbeispiele	
<p>„Richtig“: Alle Argumentationen, Begründungen, Behauptungen sowie – bei der Lösung von Aufgaben – beschriebenen Vorgehensweisen sind physikalisch korrekt.</p>		<p>„Stefan schiebt Anja, die auf einem Fahrrad sitzt, über eine Strecke von 15m mit einer Kraft von 108N an. Wie groß ist die übertragene mechanische Energie?</p> <p>$W = F \cdot s$, also hier: $W = 108\text{N} \cdot 15\text{m}$“</p>
<p>„Falsch“: Die Antwort enthält (mindestens) eine physikalisch falsche Behauptung, Argumentation, Begründung oder – bei der Lösung von Aufgaben – Vorgehensweise.</p>	<p>„Claudia trägt (einen) Koffer 1,5m in waagerechter Richtung. Welche mechanische Energie überträgt sie hierbei auf den Koffer?</p> <p>$W = F \cdot s$ wobei $F = m \cdot g$“</p>	<p>„Im Versuch (Ballistisches Pendel) soll eine Stahlkugel in die Pendelmasse eindringen und dort stecken bleiben! Um welche Höhendifferenz wird die Pendelmasse aus der Ruhelage ausgelenkt?</p> <p>$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$, $E_{\text{pot}} = E_{\text{kin}}$ der Kugel vor dem Stoß $\Rightarrow h$“</p>

Kategoriensystem zur Beurteilung des Prinzips „Hilfe zur Selbsthilfe“ in Physik-Internetforen:

Aufforderung zu Selbsttätigkeit		
Bezeichnung und Beschreibung der Kategorie	Ankerbeispiele	
<p>„Vorhanden“: Die Antwort fordert explizit oder implizit zu Eigentätigkeit auf. Werden lediglich allgemeine Lösungstipps gegeben oder der Lösungsweg generell beschrieben, so gilt dies als implizite Aufforderung zu Selbsttätigkeit.</p>	<p>Explizite Aufforderung:</p> <p>„Hier hast du den benötigten Ansatz: (...) Den Rest schaffst du selbst.“</p> <p>„Moin, hast du denn irgendwelche Ansätze? Um welche "Wurfart" könnte es sich z.B. hierbei handeln?“</p>	<p>Implizite Aufforderung:</p> <p>„Denke dir einfach, dass der eine Lastwagen steht, und der andere dafür 45 + 60 km/h schnell fährt. Dann rechnest du einfach mit der Formel $t = s/v$ die Zeit aus wann sie sich treffen.“</p>
<p>„Nicht vorhanden“: Die Antwort fordert nicht explizit oder implizit zu Eigentätigkeit auf. Antworten, in deren Rahmen Aufgaben vollständig und erschöpfend gelöst werden, fallen unter diese Kategorie.</p>		<p>„Auf einen Körper der Masse $m = 200 \text{ kg}$ wirkt eine konstante Beschleunigungskraft $F = 50 \text{ N}$. Welche Endgeschwindigkeit v erreicht der Körper nach einer Minute?</p> <p>$F = ma$ $50 \text{ N} = 200 \text{ kg} \cdot a$ $a = 50 \text{ N} / 200 \text{ kg}$ $a = 0,25 \text{ m/s}^2$</p> <p>$v = t \cdot a = 60 \text{ s} \cdot 0,25 \text{ m/s}^2 = 15 \text{ m/s}$</p>

Items zur Erfassung von Geschlecht, Alter, Klassenstufe, der letzten Zeugnisnote im Schulfach Physik und der besuchten Schulart:

A	Geschlecht		
Männlich <input type="checkbox"/>		Weiblich <input type="checkbox"/>	
B	Alter		
Jahre			
C	Klassenstufe		
Ich bin in der _____ten Klasse.			
D	Noten (letztes Zeugnis)		
Meine letzte Note im Fach Physik:			
E	Was für eine Schule besuchst Du?		
Hauptschule <input type="checkbox"/> Realschule <input type="checkbox"/> Gymnasium <input type="checkbox"/>			
Gesamtschule <input type="checkbox"/> Andere Schule <input type="checkbox"/>			

Items zur Erfassung des physikspezifischen Selbstkonzeptes (Helmke, 1992):

SK	Einige Aussagen zum Physikunterricht: Gib bitte an, inwieweit diese für Dich zutreffen.			
	Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft völlig zu
SK_1. Was wir im Physikunterricht durchführen, verstehe ich meistens.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SK_2. Ich bin im Physikunterricht ganz gut.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SK_3. Physik fällt mir schwerer als den meisten anderen in der Klasse. (R)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SK_4. Egal, wie ich mich anstrenge, ich komme in Physik einfach nicht zurecht. (R)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SK_5. Für Physik habe ich einfach keine Begabung. (R)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SK_6. Ich brauche immer etwas mehr Zeit als die anderen, um Physikaufgaben zu lösen. (R)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Items zur Erfassung der physikbezogenen intrinsischen Motivation (Fuß, 2006):

M	Im Fach Physik lerne und beteilige ich mich am Unterricht, ...			
	Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft völlig zu
M_1. weil die Unterrichtsinhalte meinen Neigungen entsprechen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M_2. weil ich ein großes Interesse an den angebotenen Inhalten habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M_3. weil mir die Beschäftigung mit den Inhalten des Unterrichts Spaß macht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M_4. weil es mir wichtig ist, ein umfangreiches Fachwissen zu besitzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M_5. weil es mir wichtig ist, meine fachlichen Fähigkeiten immer mehr zu erweitern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M_6. weil ich ein hohes Maß an Kompetenz (anerkannter Sachverstand) erreichen möchte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Items zur Erfassung der physikspezifischen Selbstwirksamkeitserwartung (Jerusalem & Satow, 1999):

SW	Einige Aussagen zum Physikunterricht: Gib bitte an, inwieweit diese für Dich zutreffen.			
	Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft völlig zu
SW_1. Ich kann auch die schwierigen Aufgaben im Physikunterricht lösen, wenn ich mich anstrenge.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SW_2. Es fällt mir im Fach Physik leicht, neuen Unterrichtsstoff zu verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SW_3. Wenn ich im Unterricht eine schwierige Aufgabe an der Tafel lösen soll, glaube ich, dass ich das schaffen werde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SW_4. Selbst wenn ich mal längere Zeit krank sein sollte, kann ich in Physik immer noch gute Leistungen erzielen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SW_5. Wenn der Physiklehrer/ die Physiklehrerin im Unterricht besonders schnell vorangeht, werde ich die geforderten Leistungen kaum schaffen können. (R)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SW_6. Auch wenn der Physiklehrer/ die Physiklehrerin an meinen Fähigkeiten zweifelt, bin ich mir sicher, dass ich gute Leistungen erzielen kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SW_7. Ich bin mir sicher, dass ich im Fach Physik auch dann noch meine gewünschten Leistungen erreichen kann, wenn ich mal eine schlechte Note bekommen habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Items zur Erfassung des physikbezogenen Interesses (Fuß, 2006):

I	Denke an das Fach Physik im Allgemeinen.			
	Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft völlig zu
I_1. Ich finde die Themen im Fach Physik wichtig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I_2. Die Themen im Fach Physik bringen mir was.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I_3. Ich möchte mehr über die Themen im Fach Physik erfahren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Items zur Erfassung der Strategie bei der Nutzung von Physik-Internetforen:

ST	Wie benutzt du Physikforum?			
	Oft	Gelegentlich	Selten	Nie
ST_1. Ich lese Einträge, die mich interessieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ST_2. Ich poste/ stelle eigene Fragen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ST_3. Ich beantworte Fragen, die andere gestellt haben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Items zur Erfassung der Motive bei der Nutzung von Physik-Internetforen:

MO	Wozu benutzt du das Physikforum?			
	Oft	Gelegentlich	Selten	Nie
MO_1. Ich suche Hilfe beim Bearbeiten meiner Hausaufgaben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MO_2. Ich suche Hilfe bei der Vorbereitung auf Klassenarbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MO_3. Ich suche nach Ideen und Anregungen für Physik-Referate.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MO_4. Ich suche Hilfe beim Verstehen unbekannter physikalischer Begriffe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MO_5. Ich suche nach physikalischen Informationen, da ich mich generell für Physik interessiere.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Adaptierte Items der Subskala ‚Justification for knowing‘ des ISEQ-Fragebogens (Bråten, Strømsø & Samuelstuen, 2005):

ISEQ	Wie überprüfst du die Richtigkeit der Antworten, die du im Forum liest?			
	Oft	Gelegentlich	Selten	Nie
ISEQ_1. Ich überlege, ob die Antworten logisch klingen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ISEQ_2. Da die Antworten stets richtig sind, verwende ich sie ohne Überprüfung. (R)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ISEQ_3. Ich vergleiche die Antworten mit dem, was in anderen Quellen (z.B. andere Internetseiten, Schulbuch, Lexikon, ...) zu dem Thema steht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ISEQ_4. Eine Überprüfung der Antworten ist nicht nötig, da sich die Autoren der Antworten mit Physik auskennen. (R)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ISEQ_5. Ich vergleiche die Antworten mit meinem Wissen, das ich bereits zu dem Thema habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ISEQ_6. Ich versuche verschiedene Antworten zu demselben Thema zu vergleichen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Items zur Erfassung der Qualitätserwartungen bei verschiedenen Internetquellen:

Q	Stell Dir vor, Du suchst im Internet nach Informationen zu einem Thema, über das Du Dich erkundigen möchtest. Dabei findest Du die folgenden Internet-Inhalte. Was glaubst Du, wie ist die Qualität des jeweiligen Internet-Inhaltes?				
	Schlecht	Eher schlecht	Weder noch	Eher gut	Gut
Q_1. Ein Artikel auf der Webseite einer Universität. Der Autor ist ein Professor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q_2. Beiträge von einem Schüler in einem Internet-Diskussionsforum.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q_3. Ein Artikel auf der Webseite einer Universität. Der Autor ist ein Schüler, der an einer Veranstaltung der Universität (Jugend-Uni) teilgenommen hat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q_4. Beiträge von einem Professor in einem Internet-Diskussionsforum.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Manipulation-Check zur Überprüfung der Wahrnehmung von Autor und Art der Webseite:

MP_1	Zum Schluss noch zwei Fragen zur Webseite, auf der Du gerade den Text gelesen hast:
Auf der Webseite standen Informationen über den Autor des Textes. Wer war diesen Informationen nach der Autor des Textes?	
<input type="checkbox"/> Ein Schüler	
<input type="checkbox"/> Ein Professor	
<input type="checkbox"/> Ein Journalist	
Auf was für einer Webseite stand der Text?	
<input type="checkbox"/> In einem Diskussionsforum	
<input type="checkbox"/> Auf einer Universitätsseite	
<input type="checkbox"/> In einer Online-Zeitung	

Item zur Erfassung, ob bereits zu einem früheren Zeitpunkt in einem anderen Unterrichtsfach als Physik Kriterien und Möglichkeiten unterrichtet wurden, die bei der Nutzung der Informationsquelle Internet zu beachten sind:

MP_2	Habt ihr irgendwann mal in einem anderen Schulfach als Physik besprochen, worauf man achten soll, wenn man das Internet als Informationsquelle benutzt?
<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein

Vier verschiedene Webseiten mit jeweils demselben, teilweise widersprüchlichen Text über Windkraftanlagen:

(1) Text über Windkraftanlagen (widersprüchliche Textpassagen unterstrichen):

„Windkraftwerke

In einem Windkraftwerk bzw. einer Windkraftanlage wird Energie vom Energieträger Wind auf den Energieträger elektrischer Strom umgeladen. Es wird somit kinetische

Energie der Luft, die auch als Windenergie bezeichnet wird, in elektrische Energie umgewandelt (siehe Abbildung).



Historisches zur Nutzung des Windes

Windkraftanlagen wurden schon vor vielen Jahrhunderten in Form von Windmühlen genutzt. Im 19. Jahrhundert gab es in Europa mehr als 200 000 Windmühlen. Mit der Entwicklung von Generatoren im 19. Jahrhundert begannen auch Versuche, aus Windkraft Elektroenergie zu gewinnen. Der Anteil an der Elektroenergieerzeugung blieb aber sehr gering, weil sich Wasserkraftwerke und Wärmekraftwerke als effektiver erwiesen. Mit einer Ölpreiskrise in den siebziger Jahren des 20. Jahrhunderts setzte allmählich ein Umdenken ein, verstärkt durch Forderungen nach intensiverer Nutzung erneuerbarer Energieträger. Außerdem werden Windkraftanlagen seit kurzem in Form von Windmühlen genutzt.

Windkraftwerke

Die Abbildung zeigt den Aufbau eines Windkraftwerkes. Die wichtigsten Teile sind der Rotor, der über eine Welle und manchmal über ein Getriebe mit dem Generator verbunden ist. Darüber hinaus gibt es einen Blattverstellmechanismus und eine Windrichtungsnachführung. Beide dienen



dazu, in Abhängigkeit von der Stärke und der Richtung des Windes die günstigsten Verhältnisse automatisch einzustellen. Durch den Wind wird der Rotor in Bewegung

gesetzt. Man benutzt heute meist Rotoren mit horizontaler Achse und zwei oder drei Rotorblättern, da mit einer solchen Anordnung der höchste Wirkungsgrad erzielt wird. Die Rotorbewegung wird über die Welle und, falls vorhanden, über das Getriebe auf den Läufer des Generators übertragen. In ihm erfolgt eine Umwandlung von Rotationsenergie in elektrische Energie. Größere Anlagen haben eine Leistung von ungefähr 1,5 MW, wobei diese Maximalleistung nur bei ausreichender Windstärke erreicht wird. Zum Vergleich: Ein großes Kernkraftwerk hat eine Leistung von 1 400 MW. Etwa tausend Windkraftanlagen liefern folglich die gleiche Leistung wie ein Kernkraftwerk.

Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad von Kernkraftwerken liegt bei etwa 35%. Der Wirkungsgrad von Windkraftanlagen ist im Vergleich dazu deutlich niedriger. Moderne Windkraftanlagen erreichen einen Wirkungsgrad zwischen 40% und 45%. Da die Technik weitgehend ausgereift ist, sind beim Wirkungsgrad von Windkraftanlagen kaum noch Steigerungen zu erwarten.

Einsatz von Windkraftwerken

Seit etwa 1990 hat sich die Anzahl der Windkraftwerke in schnellem Tempo vergrößert. Die elektrische Leistung der Windkraftwerke in Deutschland stieg von 1990 bis 1999 um das 71-fache, allerdings von einem sehr niedrigen Ausgangsniveau aus. Ihr Anteil an der gesamten Elektroenergieerzeugung beträgt heutzutage (Stand 2011) circa 10%. Dies entspricht einer installierten Maximalleistung der Windkraftwerke von etwa 30 000 MW. Deutschland ist gegenwärtig dasjenige Land mit der umfangreichsten installierten Maximalleistung an Windenergie. Es folgen China mit 63 000 MW auf dem zweiten Rang und die USA mit 47 000 MW auf dem dritten Rang.

(2) Layout der Webseite „Forum/Professor“:

[netscience](#) [netchemie](#) [netphysik](#) [netmathematik](#) [netexperimente](#) [Videos](#) [Blogs](#) [shop](#) [Impressum](#) [Kontakt](#)

netphysik 2.0

Suchbegriffe eingeben

[Startseite](#) [Forum](#) [Buchtipps](#) [Links](#)

Netphysik Physikforum

[Forum](#) [Mitglieder](#) [Regeln](#) [Hilfe](#)

Sie sind nicht angemeldet [Anmelden](#) [Registrieren](#)

Gast
Benutzer

Mittwoch, 16. Mai 2012, 14:05

Hallo Leute,
ich muss ein Referat halten. Das Thema ist Windkraftanlagen. Mein Lehrer hat mir Fragen gesagt, die ich im referat beantworten soll... hab aber kp... könnt ihr mir helfen
Als erstes ma: was macht so eine Anlage überhaupt?

Erich Rieder
Benutzer
★★★★

Mittwoch, 16. Mai 2012, 14:37

In einem Windkraftwerk bzw. einer Windkraftanlage wird Energie vom Energieträger Wind auf den Energieträger elektrischer Strom umgeladen. Es wird somit kinetische Energie der Luft, die auch als Windenergie bezeichnet wird, in elektrische Energie umgewandelt (siehe Abbildung).



Physikwissen:
Professor für Physik

Gast
Benutzer

Mittwoch, 16. Mai 2012, 14:49

Danke für die Erklärung 😊 Kannst du mir auch sagen seit wann es sowas gibt

(3) Layout der Webseite „Universitätsseite/Professor“:

[Google](#) Benutzerdefinieren →

Uni A-Z →
 Anmelden →

EBERHARD KARLS
 UNIVERSITÄT
 TUBINGEN



[STUDIENINTERESSIERTE](#) | [STUDIERENDE](#) | [BESCHÄFTIGTE](#) | [ALUMNI](#) | [PRESSE](#)

[UNIVERSITÄT](#) | [AKTUELLES](#) | [FAKULTÄTEN](#) | [STUDIUM](#) | [FORSCHUNG](#) | [EINRICHTUNGEN](#) | [INTERNATIONAL](#) | [SERVICE](#)

PHYSIKALISCHES INSTITUT

- Subatomare Physik
- Festkörperphysik
- Atomphysik/Quantenoptik
- Energie und Umwelt**
- Lehrveranstaltungen
- Wissenschaftliche Arbeiten
- Kontakt
- Archiv
- Links
- Veröffentlichungen
- Stellenangebote

Physikalisches Institut – Energie und Umwelt

Erich Rieder
Professor für Physik

Raum: D4 A16
 Sprechstunde: Fr. 12:30 Uhr
 Email: [rieder\(at\)pit.physik.uni-tuebingen.de](mailto:rieder(at)pit.physik.uni-tuebingen.de)

Windkraftwerke

In einem Windkraftwerk bzw. einer Windkraftanlage wird Energie vom Energieträger Wind auf den Energieträger elektrischer Strom umgeladen. Es wird somit kinetische Energie der Luft, die auch als Windenergie bezeichnet wird, in elektrische Energie umgewandelt (siehe Abbildung).



Historisches zur Nutzung des Windes

(4) Layout der Webseite „Forum/Schüler“:

[netscience](#) [netchemie](#) [netphysik](#) [netmathematik](#) [netexperimente](#) [Videos](#) [Blogs](#) [shop](#) [Impressum](#) | [Kontakt](#)

netphysik 2.0

Suchbegriffe eingeben

[Startseite](#) [Forum](#) [Buchtipps](#) [Links](#)

Netphysik Physikforum

[Forum](#) [Mitglieder](#) [Regeln](#) [Hilfe](#)

Sie sind nicht angemeldet [Anmelden](#) [Registrieren](#)

Gast
Benutzer

Mittwoch, 16. Mai 2012, 14:05

Hallo Leute,
ich muss ein Referat halten. Das Thema ist Windkraftanlagen. Mein Lehrer hat mir Fragen gesagt, die ich im Referat beantworten soll... hab aber kp... könnt ihr mir helfen
Als erstes ma: was macht so eine Anlage überhaupt?

Sebastian
Benutzer

Mittwoch, 16. Mai 2012, 14:37

haha... da hast du aber Glück, ich musste auch mal ein Referat zu dem Thema machen mit schriftlicher Ausarbeitung!!!! ich poste das mal:

In einem Windkraftwerk bzw. einer Windkraftanlage wird Energie vom Energieträger Wind auf den Energieträger elektrischer Strom umgeladen. Es wird somit kinetische Energie der Luft, die auch als Windenergie bezeichnet wird, in elektrische Energie umgewandelt (siehe Abbildung).

Physikwissen:
Physik, Klasse 11

Gast
Benutzer

Mittwoch, 16. Mai 2012, 14:49

Danke für die Erklärung 😊 Kannst du mir auch sagen seit wann es sowas gibt

(5) Layout der Webseite „Universitätsseite/Schüler“:

[Google™ Benutzerdefiniert](#) → [Uni A-Z](#) → [Anmelden](#) →

EBERHARD KARLS
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN

[STUDIENINTERESSIERTE](#) | [STUDIERENDE](#) | [BESCHÄFTIGTE](#) | [ALUMNI](#) | [PRESSE](#)

[UNIVERSITÄT](#) | [AKTUELLES](#) | [FAKULTÄTEN](#) | [STUDIUM](#) | [FORSCHUNG](#) | [EINRICHTUNGEN](#) | [INTERNATIONAL](#) | [SERVICE](#)

THEMENBEREICHE

- [Veranstaltungskalender](#)
- [Pressemitteilungen](#)
- [Online-Pressepiegel](#)
- [Studium Generale](#)
- Jugenduniversität**
 - [Vorlesungsprogramm](#)
 - [Forschertag](#)
 - [Über die Jugenduniversität](#)
 - [Kontakt](#)
 - [Archiv](#)
 - [Links](#)
 - [Newsletter Uni Tübingen aktuell](#)
 - [Veröffentlichungen](#)
 - [Archive](#)
 - [Stellenangebote](#)
 - [Kontakt](#)

Jugenduniversität Tübingen „Erneuerbare Energien“

Wie zahlreiche weitere Schülerinnen und Schüler auch hat Sebastian Bachmann (Klasse 11) in den vergangenen Sommerferien an den Jugenduni-Vorlesungen der Eberhard Karls Universität Tübingen teilgenommen. In diesem Artikel fasst er zusammen, was er dabei über Windkraftanlagen als alternative Methode der Energiegewinnung gelernt hat.

Windkraftwerke

In einem Windkraftwerk bzw. einer Windkraftanlage wird Energie vom Energieträger Wind auf den Energieträger elektrischer Strom umgeladen. Es wird somit kinetische Energie der Luft, die auch als Windenergie bezeichnet wird, in elektrische Energie umgewandelt (siehe Abbildung).

Historisches zur Nutzung des Windes

Conflict Verification Task nach Stadtler et al. (2013) zur Erfassung der Erkennensleistung für textinterne Widersprüche:

Die einzelnen Items des CVT bestehen jeweils aus einer vorgegebenen Aussage und zwei Fragen: Bei der ersten Frage muss entschieden werden, ob die vorgegebene Aussage im gelesenen Text enthalten ist. Bei der zweiten Frage ist zu entscheiden, ob der gelesene Text eine zu der vorgegebenen Aussage widersprüchliche Aussage enthält. Nachfolgende Abbildung zeigt ein Beispielitem:

1	Mit der Entwicklung von Generatoren im 19. Jahrhundert begannen erste Versuche, aus Windkraft Elektroenergie zu gewinnen.		
1a	Enthielt der Text (sinngemäß) diese Information?	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
1b	Enthielt der Text eine Information (z.B. andere Aussage oder Abbildung), die mit der Vorgegebenen unvereinbar ist bzw. dieser widerspricht?	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>

(1) Bei den Attractor-Items wurden folgende Aussagen vorgegeben:

CVT_A11	Windkraftanlagen wandeln kinetische Energie der Luft in elektrische Energie um.
CVT_A21	Deutschland ist gegenwärtig dasjenige Land mit der umfangreichsten installierten Maximalleistung an Windenergie (30 000 MW).
CVT_A31	Der Wirkungsgrad von Windkraftanlagen ist wesentlich niedriger als der Wirkungsgrad von Kernkraftwerken.
CVT_A41	Seit kurzem werden Windkraftanlagen in Form von Windmühlen genutzt.
CVT_A12	Windkraftanlagen wandeln Kernenergie in thermische Energie um.
CVT_A22	Bezüglich der installierten Maximalleistung an Windenergie belegen China mit 63 000 MW den zweiten Rang und die USA mit 47 000 MW den dritten Rang.
CVT_A32	Kernkraftwerke haben einen Wirkungsgrad von 35%, moderne Windkraftwerke erreichen einen Wirkungsgrad von 40 – 45%.
CVT_A42	Windkraftanlagen wurden schon vor vielen Jahrhunderten in Form von Windmühlen genutzt.

(2) Bei den Uncritical-Items wurden folgende Aussagen vorgegeben:

CVT_B11	Mit der Entwicklung von Generatoren im 19. Jahrhundert begannen erste Versuche, aus Windkraft Elektroenergie zu gewinnen.
CVT_B21	Größere Windkraftanlagen haben eine Leistung von etwa 1,5 MW, wobei diese Maximalleistung nur bei ausreichender Windstärke erreicht wird.
CVT_B31	Windkraftanlagen erzeugen in Deutschland circa 10% der gesamten Elektro-energie (Stand 2011).
CVT_B41	Ein Kernkraftwerk liefert eine vergleichbare Leistung wie tausend Windkraftwerke.
CVT_B12	Bereits im 19. Jahrhundert als die ersten Generatoren entwickelt wurden, versuchte man aus Windenergie Elektroenergie zu gewinnen.
CVT_B22	Die Maximalleistung größerer Windkraftanlagen bei ausreichender Windstärke beträgt ungefähr 1,5 MW.
CVT_B32	In Deutschland beträgt der Anteil von Windkraftanlagen an der gesamten Elektroenergieerzeugung heutzutage (Stand 2011) circa 10%.
CVT_B42	Etwa tausend Windkraftanlagen liefern die gleiche Leistung wie ein Kernkraftwerk.

(3) Bei den Filler-Items wurden folgende Aussagen vorgegeben:

Am Lausitzring wird gerade das leistungsstärkste, größte und schwerste Windrad der Welt errichtet.
Als Energiewende wird die Realisierung einer nachhaltigen Energieversorgung mit erneuerbaren Energien bezeichnet.
Die Fluttermühle ist die einfachste und kleinste Bauart einer Windmühle und dient dem Wassertransport und der Entwässerung.
Mit intelligenten Stromzählern kann der Energieverbrauch zu Zeiten erfolgen, in denen Strom preiswert angeboten wird.

LGVT 6-12 (Schneider, Schlagmüller & Ennemoser, 2007) zur Erfassung der Lesegeschwindigkeit und des Leseverständnisses:

Auf eine Darstellung des Lesegeschwindigkeits- (LGVT-G) und Leseverständnistests (LGVT-V) wird in der vorliegenden Arbeit verzichtet, da hierfür keine Genehmigung vorliegt.

Items des CKPT (Geller, Neumann & Fischer, 2010) zur Erfassung des themenspezifischen Vorwissens:

Auf eine Darstellung der 18 verwendeten Items (CKPT_1, CKPT_2, ...) des ‚Content Knowledge Paper & Pencil Test‘ (CKPT) sowie der zugehörigen Lösungen wird in der vorliegenden Arbeit verzichtet, da hierfür keine Genehmigung vorliegt.

10.3 Statistische Werte der Instrumente

Studie zur Nutzung von Physik-Internetforen:

(1) Interraterreliabilitäten der Kategoriensysteme

Kategoriensystem	Cohens κ	Standardfehler	.95-Konfidenzintervall	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Art der Frage	0,74	0,18	0,39	1
Einheitengebrauch	0,94	0,06	0,86	1
Rechnungen und Formeln	0,77	0,11	0,55	0,98
Physikverständnis	0,65	0,14	0,36	0,93
Aufforderung zu Selbsttätigkeit	0,64	0,15	0,36	0,93

(2) Geschlecht

Itemkodierung: 0 = „männlich“, 1 = „weiblich“

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	Männlich	Weiblich
A	70,9%	29,1%

(3) Alter

Itemkodierung: Anzahl der Lebensjahre

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Min	Max
B	15,89	1,79	13	22

(4) Klassenstufe**Itemkodierung:** Klasse

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	7	8	9	10	11	12	13
C	3,6%	20,0%	32,7%	23,6%	3,6%	7,3%	9,1%

(5) Physiknote**Itemkodierung:** Schulnoten (ganzschrittig)

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Min	Max
D	2,32	1,13	1	5

(6) Schulart

Itemkodierung: h = „Hauptschule“, r = „Realschule“, gy = „Gymnasium“, ge = „Gesamtschule“, a = „andere Schule“

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	Haupt- schule	Real- schule	Gymnasium	Gesamt- schule	andere Schule
E	1,8%	20,0%	70,9%	5,5%	1,8%

(7) Physikspezifisches Selbstkonzept

Itemkodierung: 0 = „trifft nicht zu“, 1 = „trifft eher nicht zu“, 2 = „trifft eher zu“, 3 = „trifft völlig zu“

Skalenwerte: M = 2,08 SD = 0,84 Min = 0,50 Max = 3,00 auf Skala von 0 bis 3

Cronbachs Alpha: $\alpha = 0,97$

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Min	Max	Trenn- schärfe
SK_1	1,95	0,95	0	3	0,92
SK_2	1,95	0,95	0	3	0,84
SK_3 (R)	2,09	0,92	0	3	0,93

SK_4 (R)	2,14	0,89	1	3	0,90
SK_5 (R)	2,27	0,88	1	3	0,96
SK_6 (R)	2,09	0,87	0	3	0,96

(8) Physikbezogenes Interesse

Itemkodierung: 0 = „trifft nicht zu“, 1 = „trifft eher nicht zu“, 2 = „trifft eher zu“, 3 = „trifft völlig zu“

Skalenwerte: M = 1,65 SD = 1,02 Min = 0,00 Max = 3,00 auf Skala von 0 bis 3

Cronbachs Alpha: $\alpha = 0,94$

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Min	Max	Trenn- schärfe
I_1	2,00	1,07	0	3	0,88
I_1	1,32	1,04	0	3	0,82
I_3	1,64	1,14	0	3	0,92

(9) Physikbezogene intrinsische Motivation

Itemkodierung: 0 = „trifft nicht zu“, 1 = „trifft eher nicht zu“, 2 = „trifft eher zu“, 3 = „trifft völlig zu“

Skalenwerte: M = 1,31 SD = 1,05 Min = 0,00 Max = 3,00 auf Skala von 0 bis 3

Cronbachs Alpha: $\alpha = 0,95$

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Min	Max	Trenn- schärfe
M_1	1,36	1,05	0	3	0,84
M_2	1,55	1,06	0	3	0,85
M_3	1,41	1,14	0	3	0,76
M_4	1,27	1,24	0	3	0,93

M_5	1,18	1,22	0	3	0,90
M_6	1,08	1,26	0	3	0,86

(10) Strategien bei der Nutzung von Physik-Internetforen

Itemkodierung: 0 = „nie“, 1 = „selten“, 2 = „gelegentlich“, 3 = „oft“

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Min	Max
ST_1	1,27	1,03	0	3
ST_2	1,42	0,71	0	3
ST_3	0,91	0,70	0	3

(11) Motive bei der Nutzung von Physik-Internetforen

Itemkodierung: 0 = „nie“, 1 = „selten“, 2 = „gelegentlich“, 3 = „oft“

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Min	Max
MO_1	1,40	0,92	0	3
MO_2	0,82	0,86	0	3
MO_3	1,33	0,84	0	3
MO_4	1,15	0,89	0	3
MO_5	0,76	1,12	0	3

(12) Adaptierte Items der Subskala ‚Justification for knowing‘ des ISEQ-Fragebogens

Itemkodierung: 0 = „nie“, 1 = „selten“, 2 = „gelegentlich“, 3 = „oft“

Skalenwerte: M = 1,49 SD = 0,65 Min = 0,33 Max = 3,00 auf Skala von 0 bis 3

Cronbachs Alpha: $\alpha = 0,82$

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Min	Max	Trenn- schärfe
ISEQ_1	1,13	1,00	0	3	0,32
ISEQ_2 (R)	1,78	0,92	0	3	0,71
ISEQ_3	1,09	0,89	0	3	0,58
ISEQ_4 (R)	1,24	0,77	0	3	0,63
ISEQ_5	1,38	0,95	0	3	0,69
ISEQ_6	2,31	0,81	0	3	0,55

Studie zur Beeinflussung des Erkennens von Widersprüchen durch „äußere“ Faktoren der Webseite:

(1) Geschlecht

Itemkodierung: m = „männlich“, w = „weiblich“

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	Männlich	Weiblich
A	48,4%	51,6%

(2) Alter

Itemkodierung: Anzahl der Lebensjahre

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Min	Max
B	15,76	0,72	14	18

(3) Physiknote**Itemkodierung:** Schulnoten (viertelschrittig)

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Min	Max
D	2,61	1,07	0,75	5,25

(4) Qualitätserwartungen bei verschiedenen Internetquellen

Itemkodierung: 1 = „schlecht“, 2 = „eher schlecht“, 3 = „weder noch“, 4 = „eher gut“, 5 = „gut“

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Min	Max
Q_1	4,73	0,71	1	5
Q_2	2,09	0,81	1	5
Q_3	3,55	0,72	1	5
Q_4	3,54	1,12	1	5

(5) Überprüfung der Wahrnehmung von Autor und Art der Webseite

Itemkodierung: 0 = „mindestens eine der Fragen falsch beantwortet“, 1 = „beide Fragen richtig beantwortet“

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	0	1
MP_1	8,7%	91,3%

(6) Themenspezifisches Vorwissen (CKPT)

Itemkodierung: 0 = „falsche oder keine Antwort“, 1 = „richtige Antwort“

Skalenwerte: M = 2,04 SD = 0,83 Min = 0 Max = 3 auf Skala von 0 bis 3

Cronbachs Alpha: $\alpha = 0,10$

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Item- schwierigkeit	Trenn- schärfe
CKPT_2	0,62	0,49	61,6%	0,08
CKPT_3	0,74	0,44	73,6%	0,01
CKPT_4	0,70	0,46	70,4%	0,05

(7) Lesegeschwindigkeit- und Leseverständnistest (LGVT)

Itemkodierung LGVT_G: Anzahl gelesener Wörter (0 bis 1727)

Itemkodierung LGVT_V: Anzahl erreichter Punkte (-23 bis 46)

Für weitere statistische Werte (z.B. Retest-Reliabilität, Itemschwierigkeiten, ...) siehe LGVT-Manual

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Min	Max
LGVT_G	806,10	230,65	437	1556
LGVT_V	15,24	5,09	3	32

(8) Erkennensleistung für textinterne Widersprüche (CVT)

Itemkodierung: 0 = „nicht Antwortkombination Ja/Ja“, 1 = „Antwortkombination Ja/Ja“

Skalenwerte: M = 0,25 SD = 0,29 Min = -0,50 Max = 1,00 auf Skala von -1 bis 1

Cronbachs Alpha: $\alpha = 0,71$

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Item- schwierigkeit	Trenn- schärfe
CVT_A11	0,45	0,50	45,3%	0,36
CVT_A12	0,41	0,49	41,0%	0,32
CVT_A21	0,45	0,50	45,3%	0,39
CVT_A22	0,39	0,49	39,1%	0,44
CVT_A31	0,45	0,50	44,7%	0,26
CVT_A32	0,36	0,48	36,0%	0,45
CVT_A41	0,32	0,47	31,7%	0,25
CVT_A42	0,18	0,39	18,0%	0,26
CVT_B11	0,17	0,38	83,2%	0,24
CVT_B12	0,14	0,35	86,3%	0,27
CVT_B21	0,12	0,32	88,2%	0,31
CVT_B22	0,11	0,32	88,8%	0,25
CVT_B31	0,10	0,30	90,1%	0,28
CVT_B32	0,11	0,31	89,4%	0,23
CVT_B41	0,13	0,34	87,0%	0,25
CVT_B42	0,12	0,32	88,2%	0,32

Studie zur Förderung des Erkennens von Widersprüchen:

(1) Geschlecht

Itemkodierung: m = „männlich“, w = „weiblich“

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	Männlich	Weiblich
A	80,2%	19,8%

(2) Alter

Itemkodierung: Anzahl der Lebensjahre

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Min	Max
B	16,69	1,31	14	20

(3) Physikspezifisches Selbstkonzept

Itemkodierung: 1 = „trifft nicht zu“, 2 = „trifft eher nicht zu“, 3 = „trifft eher zu“, 4 = „trifft völlig zu“

Skalenwerte: M = 2,90 SD = 0,69 Min = 1,33 Max = 4,00 auf Skala von 1 bis 4

Cronbachs Alpha: $\alpha = 0,88$

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Min	Max	Trenn- schärfe
SK_1	2,98	0,77	1	4	0,65
SK_2	2,61	0,83	1	4	0,73
SK_3 (R)	3,02	0,86	1	4	0,65
SK_4 (R)	3,21	0,85	1	4	0,68
SK_5 (R)	2,86	1,02	1	4	0,76
SK_6 (R)	2,73	0,88	1	4	0,67

(4) Physikbezogenes Interesse

Itemkodierung: 1 = „trifft nicht zu“, 2 = „trifft eher nicht zu“, 3 = „trifft eher zu“, 4 = „trifft völlig zu“

Skalenwerte: M = 2,62 SD = 0,79 Min = 1,00 Max = 4,00 auf Skala von 1 bis 4

Cronbachs Alpha: $\alpha = 0,86$

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Min	Max	Trenn- schärfe
I_1	2,81	0,89	1	4	0,76
I_1	2,65	0,86	1	4	0,73
I_3	2,41	0,93	1	4	0,73

(5) Physikbezogene intrinsische Motivation

Itemkodierung: 1 = „trifft nicht zu“, 2 = „trifft eher nicht zu“, 3 = „trifft eher zu“, 4 = „trifft völlig zu“

Skalenwerte: M = 2,67 SD = 0,65 Min = 1,00 Max = 4,00 auf Skala von 1 bis 4

Cronbachs Alpha: $\alpha = 0,88$

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Min	Max	Trenn- schärfe
M_1	2,48	0,81	1	4	0,69
M_2	2,40	0,85	1	4	0,73
M_3	2,35	0,85	1	4	0,67
M_4	2,97	0,78	1	4	0,68
M_5	2,90	0,84	1	4	0,70
M_6	2,93	0,84	1	4	0,65

(6) Physikspezifische Selbstwirksamkeitserwartung

Itemkodierung: 1 = „trifft nicht zu“, 2 = „trifft eher nicht zu“, 3 = „trifft eher zu“, 4 = „trifft völlig zu“

Skalenwerte: M = 2,60 SD = 0,60 Min = 1,14 Max = 4,00 auf Skala von 1 bis 4

Cronbachs Alpha: $\alpha = 0,85$

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Min	Max	Trenn- schärfe
SW_1	2,73	0,82	1	4	0,69
SW_2	2,73	0,80	1	4	0,73
SW_3	2,37	0,88	1	4	0,68
SW_4	2,19	0,88	1	4	0,67
SW_5 (R)	2,44	0,84	1	4	0,54
SW_6	2,80	0,73	1	4	0,47
SW_7	2,89	0,79	1	4	0,52

(7) Überprüfung einer früheren Unterrichtung über Kriterien, die bei der Nutzung der Informationsquelle Internet zu beachten sind

Itemkodierung: 0 = „nein“, 1 = „ja“

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	0	1
MP_2	18,2%	81,8%

(8) Themenspezifisches Vorwissen (CKPT)

Itemkodierung: 0 = „falsche oder keine Antwort“, 1 = „richtige Antwort“

Skalenwerte: M = 11,18 SD = 3,29 Min = 3 Max = 18 auf Skala von 0 bis 18

Cronbachs Alpha: $\alpha = 0,70$

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Item- schwierigkeit	Trenn- schärfe
CKPT_1	0,50	0,50	49,7%	0,40
CKPT_2	0,72	0,45	71,8%	0,37
CKPT_3	0,80	0,40	79,7%	0,34
CKPT_4	0,47	0,50	47,5%	0,33
CKPT_5	0,76	0,43	76,3%	0,34
CKPT_6	0,63	0,49	62,7%	0,30
CKPT_7	0,64	0,48	64,4%	0,22
CKPT_8	0,55	0,50	54,8%	0,07
CKPT_9	0,60	0,49	59,9%	0,20
CKPT_10	0,97	0,17	97,2%	0,13
CKPT_11	0,40	0,49	40,1%	0,33
CKPT_12	0,44	0,50	44,1%	0,34
CKPT_13	0,88	0,32	88,1%	0,29
CKPT_14	0,64	0,48	64,4%	0,32
CKPT_15	0,42	0,50	41,8%	0,34
CKPT_16	0,88	0,32	88,1%	0,14
CKPT_17	0,45	0,50	44,6%	0,12
CKPT_18	0,43	0,50	42,9%	0,43

(9) Lesegeschwindigkeit- und Leseverständnistest (LGVT)

Itemkodierung LGVT_G: Anzahl gelesener Wörter (0 bis 1727)

Itemkodierung LGVT_V: Anzahl erreichter Punkte (-23 bis 46)

Für weitere statistische Werte (z.B. Retest-Reliabilität, Itemschwierigkeiten, ...) siehe LGVT-Manual

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Min	Max
LGVT_G	785,68	226,86	414	1691
LGVT_V	15,19	6,37	0	39

(10) Erkennensleistung für textinterne Widersprüche (CVT)

Itemkodierung: 0 = „nicht Antwortkombination Ja/Ja“, 1 = „Antwortkombination Ja/Ja“

Skalenwerte: M = 0,34 SD = 0,32 Min = -0,75 Max = 1,00 auf Skala von -1 bis 1

Cronbachs Alpha: $\alpha = 0,63$

Bezeichnung des Items nach Kapitel 10.2	M	SD	Item- schwierigkeit	Trenn- schärfe
CVT_A11	0,53	0,50	53,1%	0,35
CVT_A12	0,55	0,50	55,4%	0,31
CVT_A21	0,60	0,49	60,5%	0,25
CVT_A22	0,46	0,50	46,3%	0,44
CVT_A31	0,51	0,50	50,8%	0,20
CVT_A32	0,47	0,50	46,9%	0,36
CVT_A41	0,39	0,49	39,0%	0,36
CVT_A42	0,20	0,40	20,3%	0,28
CVT_B11	0,19	0,39	81,4%	0,08
CVT_B12	0,11	0,31	89,3%	0,13

CVT_B21	0,17	0,38	83,1%	0,14
CVT_B22	0,15	0,36	85,3%	0,04
CVT_B31	0,05	0,22	94,9%	0,09
CVT_B32	0,05	0,21	95,5%	0,17
CVT_B41	0,15	0,36	84,7%	0,32
CVT_B42	0,15	0,36	84,7%	0,26

10.4 Darlegung des eigenen Anteils an der vorliegenden Arbeit

Die einleitenden Kapitel der vorliegenden Arbeit, die Einbettung der Forschungsfragen in den aktuellen Forschungsstand, der theoretische Hintergrund sowie die Zusammenfassung und Diskussion der erzielten Ergebnisse der empirischen Studien wurden von Daniel Keck erarbeitet und erstellt. Die Entwicklung der Forschungsfragen geschah unter Mithilfe von Prof. Erich Staraschek und Dr. Yvonne Kammerer. Die drei Artikel, die die empirischen Studien beschreiben, wurden – unter Berücksichtigung wertvoller Anregungen und Formulierungsvorschläge von Prof. Erich Staraschek und Dr. Yvonne Kammerer – von Daniel Keck erstellt.

Für die Rekrutierung der an den Studien beteiligten Probanden und Lehrpersonen sowie für Organisation und Durchführung der Studien war Daniel Keck zuständig. Bei der Durchführung der Studien wurde Daniel Keck dabei teilweise von studentischen Hilfskräften unterstützt. Die Ideen zur Gestaltung der Studien entwickelte Daniel Keck unter Berücksichtigung von Vorschlägen und Anregungen von Prof. Erich Staraschek und Dr. Yvonne Kammerer.

Als Testinstrumente wurden weitest möglich bereits vorhandene und etablierte Testinstrumenten eingesetzt, welche gegebenenfalls von Daniel Keck für die vorliegende Arbeit adaptiert wurden. Zur Erfassung der Erkennensleistung für fachliche Widersprüche in internetbasierten Physiktexten wurde von Daniel Keck ein Conflict Verification Task (CVT) nach der Vorlage von Stadtler et al. (2013) entwickelt und in Pilotstudien eigenständig erprobt.

Die erhobenen Daten wurden von Daniel Keck empirisch ausgewertet und hinsichtlich der Forschungsfragen interpretiert.

10.5 Lebenslauf

Persönliche Daten

StR Daniel Keck

Nationalität: deutsch

Geburtsdatum: 12.01.1983

Geburtsort: 63755 Alzenau i. Ufr.

Berufserfahrung & Tätigkeiten

09/2014 – Heute	Goethe-Gymnasium Karlsruhe Studienrat für Physik, Mathematik und NwT
11/2008 – 12/2008	Abteilung für Mathematikdidaktik der Universität Karlsruhe (TH) Studentische Hilfskraft
10/2007 – 10/2008	Institut für Algebra und Geometrie der Universität Karlsruhe (TH) Wissenschaftliche Hilfskraft
07/2007 – 08/2007	ZKM Zentrum für Kunst und Medientechnologie, Karlsruhe Studentische Hilfskraft
04/2006 – 04/2007	Institut für praktische Mathematik der Universität Karlsruhe (TH) Wissenschaftliche Hilfskraft

Akademische Ausbildung

- 08/2011 – 07/2015 **Pädagogische Hochschule Ludwigsburg**
Promotion am Institut für Naturwissenschaften und Technik, Abteilung Didaktik der Physik mit freiwilligem Lehrauftrag von 2 SWS
- 01/2009 – 07/2010 **Vorbereitungsdienst für die Laufbahn des höheren Schuldienstes an Gymnasien**
Lehramtsreferendariat am Werner-Heisenberg-Gymnasium in Weinheim (BW) mit einem eigenständigen Lehrauftrag von 12 WS
- 10/2003 – 10/2008 **Universität Karlsruhe (TH)**
Studiengang Gymnasiallehramt (Mathematik/ Physik)

Schul Ausbildung

- 09/1993 – 07/2002 Spessart Gymnasium Alzenau, Bayern
- 09/1989 – 08/1993 Grundschule Hörstein, Bayern